



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada y su
impacto en tratamiento de aguas grises

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Moron Escarcena, Katherine Pierina (orcid.org/0009-0002-3228-1161)

ASESOR:

Mg. Grijalva Aroni, Percy Luis (orcid.org/0000-0002-2622-784X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024

Dedicatoria

A mis padres Mary Lizbeth Escarcena Guzmán y Pedro Aníbal Morón Pérez por ser ellos pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Agradecimiento

A mis bisabuelos José Agustín Moron Ramos y Aurora Buleje, que con su fuerza, carácter y gran amor me enseñaron a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

Declaratoria de originalidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MORON ESCARCENA KATHERINE PIERINA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de un Sistema Purificador en Base a la Arcilla Activada y su Impacto en Tratamiento de Aguas Grises", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
KATHERINE PIERINA MORON ESCARCENA DNI: 72370174 ORCID: 0009-0002-3228-1161	Firmado electrónicamente por: KAMORONES el 25-01- 2024 07:16:38

Código documento Trilce: TRI - 0735934

Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GRIJALVA ARONI PERCY LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un Sistema Purificador en Base a la Arcilla Activada y su Impacto en Tratamiento de Aguas Grises", cuyo autor es MORON ESCARCENA KATHERINE PIERINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 25 de Enero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GRIJALVA ARONI PERCY LUIS DNI: 46460354 ORCID: 0000-0002-2622-784X	Firmado electrónicamente por: PGRIJALDAAR el 13- 02-2024 18:49:32

Código documento Trilce: TRI - 0735932

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del Autor.....	iv
Declaratoria de originalidad del Asesor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de gráficos	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y Operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra, muestreo unidad de análisis.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimiento.....	19
3.6. Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos Éticos	21
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS	43

Índice de tablas

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
Tabla 2: Tabla de muestras	25
Tabla 3: Concentración de Sólidos	25
Tabla 4: Concentración de detergentes.....	27
Tabla 5: Nivel de PH.....	28

Índice de gráficos

Gráfico 1: Volúmenes promedio del consumo por departamento	12
Gráfico 2: Modelo Cuasi Experimental	16
Gráfico 3: Muestras de experimentación.....	21
Gráfico 4: Sistema de purificación a base de arcilla activada	24

Resumen

La arcilla, a menudo conocida como arcilla bentonita, es un tipo de arcilla que tiene propiedades absorbentes y únicas, lo que la hace eficaz para purificar el agua y otros líquidos. Por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo demostrar que el sistema purificador en base a la arcilla activada tendrá un impacto en el tratamiento de aguas grises.

Según los resultados de la investigación presentados en los análisis de laboratorio adjuntos, se pudo comprobar que la arcilla activada tiene un impacto positivo en el diseño del sistema purificador. Esto se evidenció al contrastar las muestras de agua gris antes y después de aplicar el tratamiento con arcilla activada en la lavandería.

En conclusión, el proceso de filtración con filtro de arcilla activada es eficaz para reducir la concentración de sólidos en aguas residuales de lavandería, aunque tiene limitaciones en cuanto a la disminución de concentraciones de detergentes. Es esencial adaptar el proceso de filtración y seleccionar los medios adecuados según los objetivos de reducción de contaminantes en estas aguas residuales. Además, se debe tener en cuenta que el filtro de arcilla activada puede provocar ligeras alteraciones en los niveles de pH al interactuar con compuestos ácidos y básicos.

Palabras clave: Sistema purificador, arcilla activada, concentración de sólidos, presencia de detergentes, pH.

Abstract

Clay, often known as bentonite clay or montmorillonite clay, is a type of clay that has absorbent and unique properties, making it effective in purifying water and other liquids. That is why the present work aimed to demonstrate that the purifying system based on activated clay will have an impact on the treatment of gray water.

According to the results of the research, it was evident according to the laboratory analyzes presented in the annexes, it can be seen that the activated clay has a positive impact on the design of the purifying system. For this purpose, this contrast was made with the observation of gray water samples with the effective treatment of activated clay that were taken from the laundry before and after the treatment system was applied.

In Conclusion, the filtration process with an activated clay filter has been proven effective in reducing the concentration of solids in laundry wastewater, although its ability to reduce detergent concentrations is limited. The results highlight the importance of adapting the filtration process and the choice of filter media according to the objectives of reducing contaminants in this wastewater, in addition to pointing out that the activated clay filter can slightly affect pH levels by interacting with acidic compounds. and basic.

Keywords: Purifying system, activated clay, solids concentration, presence of detergents, pH.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, según la OMS (2022) alrededor de 2000 millones de personas sufren de la accesibilidad al agua potable, lo más probable que esto empeore como resultado del crecimiento de toda la población y el cambio climático. Por otro lado, un informe de las Naciones Unidas (2021) informa que el 80% de las aguas grises producidas por el hombre, retornan al mar o alguna parte del ecosistema, sin ser tratadas o sin ser reutilizadas. Del mismo modo ONU-HABITAT (2021) explica que el 36% de la población mundial sufren de estrés hídrico, es por ello, que algunas ciudades del mundo ya utilizan fuentes alternativas de reutilización del agua. El recolectar el agua en casas o edificios reduciría en gran escala la demanda del agua potable, Así mismo, tratar las aguas grises generaría ahorros significativos para el presupuesto familiar, ya que estas se pueden utilizar para el riego de plantas o usarse para el llenado de las cisternas de los inodoros.

En el Perú, según la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2020, p. 16), presenta en su informe sobre fiscalización ambiental en aguas residuales que Lima produce un promedio de 2'217'946 m³ de aguas residuales todos los días y solo el 32% es tratado por algún procedimiento químico. Estas aguas residuales son ocasionadas por el uso que se da en cada casa u hogar, y todo esto termina en los ríos y seguidamente en el mar. Por otro lado, el incremento del arsénico en el agua potabilizada para el consumo de las personas es un riesgo constante, sobre todo para la sierra de nuestro país, es por ello que se pretende realizar distintos proyectos para mitigar estos riesgos como el uso de arcillas naturales que ayuda a la nivelación del PH, absorción del arsénico, reducción de sólidos, entre otros (Callo y Villanueva, 2022).

En tal sentido, el presente estudio plantea el siguiente Problema general:

¿De qué manera el sistema purificador a base a la arcilla activada, impactará en el tratamiento de aguas grises, Ica, 2023?

Del mismo modo; se plantearon los siguientes problemas específicos:

P.E.1 ¿En qué medida la arcilla activada influirá en el diseño del sistema purificador?

P.E.2 ¿En qué medida el diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada influirá en la reducción de sólidos en suspensión de aguas grises, Ica, 2023?

P.E.3 ¿En qué medida el diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada impactará en la presencia de detergentes de las aguas grises, Ica, 2023?

P.E.4 ¿En qué medida el diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada impactará en el PH de aguas grises, Ica, 2023?

El presente proyecto de investigación queda justificado teóricamente, práctico, teórico, socioambiental, ya que genera aportes que benefician directamente o indirectamente a la sociedad, en caso de que el estudio se realice de una manera macro. Del mismo modo, el estudio permitirá ser analizado por otros investigadores y quedará como un antecedente tanto para la realización práctica o como las futuras investigaciones.

Acorde a la problemática y para dar algunas soluciones alternativas se determinó el siguiente objetivo general:

Demostrar que el sistema purificador en base a la arcilla activada tendrá impacto en el tratamiento de aguas grises, Ica, 2023.

De la misma forma, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

O.E.1 Realizar el nuevo diseño del sistema purificador en base a la arcilla activada

O.E.2 Establecer en qué medida el diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada influirá en la reducción de sólidos en suspensión de aguas grises, Ica, 2023.

O.E.3 Establecer en qué medida el diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada impactará en la presencia de detergentes de las aguas grises, Ica, 2023.

O.E.4 Establecer en qué medida el diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada impactará en el PH de aguas grises, Ica, 2023.

Del mismo modo el estudio plantea la siguiente hipótesis general:

El diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada, impactará positivamente en el tratamiento de aguas grises en Ica, 2023.

Asimismo, se plantearon las siguientes hipótesis específicos:

H.E.1 La arcilla activada tendrá un impacto positivo en el nuevo diseño del sistema purificador

H.E.2 El diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada influirá positivamente en sólidos en suspensión de aguas grises en Ica, 2023.

H.E.3 El diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada influirá positivamente en la presencia de detergentes de las aguas grises en Ica, 2023.

H.E.4 El diseño de un sistema purificador en base a la arcilla activada impactará positivamente en el PH de aguas grises. en Ica, 2023.

Dentro de los principales criterios que justifican el proyecto tenemos, se justifica teóricamente debido a que se necesitan nuevas tecnologías y estrategias para ayudar con el proceso de limpieza y tratamiento del agua para uso doméstico uno de estos métodos es el diseño de un sistema purificador de agua a base de arcilla activada, del mismo modo se justifica socialmente dado que en la actualidad, el tratamiento de aguas superficiales tiene muchos procesos para lograr la calidad del agua para el uso doméstico, por lo que este tratamiento se diseña a base de arcilla a fin de más adelante darle uso a las comunidades que tienen problemas con el uso de agua. Asimismo, se justifica económicamente, puesto que la utilización de este tratamiento a base de arcilla activada permitirá un consumo mínimo del recurso hídrico.

II. MARCO TEÓRICO

En el contexto internacional, se optó por considerar los siguientes antecedentes para este estudio.

Según Lahnafi et al. (2022) en su investigación cuyo objetivo fue la de sintetizar un compuesto entre arcilla-Zeolita-A (MZA) por deposición hidrotermal de Zeolita-A sobre un soporte de arcilla preparado a partir de material arcilloso natural, los materiales utilizados fueron los siguientes reactivos: gránulos de hidróxido de sodio, cloruro de sodio, ácido clorhídrico, metasilicato de sodio, hidróxido de aluminio cloruro de aluminio, anhidro, cloruro de zinc, cloruro de cobalto, cloruro de cadmio, cloruro de plomo, nitrato de potasio. Como resultado de la investigación se obtuvo que el Plomo se logró retener en 99.7%, el aluminio un 89.5%, el cobalto un 88.3%, el cadmio un 88.3% y el zinc un 81.8%. En conclusión, se demuestra una eficiencia en el compuesto por la arcilla-zeolita-a.

En un estudio de Guatemala hecha por Rivera y Tatuata (2021) donde el objetivo de su investigación fue la de fabricar un filtro de agua con elemento como la arcilla y el biocarbon, los autores optaron por utilizar el método científico para la realización del proyecto y para la recopilación de información se realizó a través de las siguientes pruebas: Modelo 5B HACH para dureza, Cloro libre y total, Test Kit HACH, Sólidos disueltos, Multi-ParameterTestr, Conductividad Eléctrica, Multi-ParameterTestr, Salinidad, Multi-ParameterTestr, Tiras de cloro Libre o total Aquachek 0 a 10 ppm, H 1., Fosfatos, Test Kit HACH, entre otras. Según los resultados presentados por el autor al analizar el ANOVA en función al contenido de las fibras naturales se concluyó que no existe una diferencia significativa en los materiales filtrantes.

En Cuba, en un estudio elaborado por Bareto, Pérez y Recio (2020) donde su objetivo principal fue la de elaborar un filtro hecho por arcilla doméstica y evaluar su funcionamiento, los datos obtenidos se procesaron a través de análisis físicos y químicos donde se pretendió medir la calidad bacteriológica y tasa de filtración del agua. Como resultado de las pruebas físico-químicas se hallaron muestras de nitratos, nitritos, coliformes totales y *Escherichia coli*, después de procesarlos a través del filtro a base de arcilla doméstica, la turbidez logro removerse de 97% a 100%, la reducción log₁₀ de coliformes totales fue de 3.26 y *E.coli* fue de un 2,72,

del mismo modo, el rango que oscila el nivel de filtración es 1,65 - 3 L/h ($\bar{x} = 1,7$ L / h). Además, se pudo constatar el incremento del pH y de los carbonatos, lo que ayuda a mejorar la calidad del agua que consumen los usuarios.

A nivel nacional, en la ciudad de Huaraz, Carrión (2022) presentó su investigación con el fin de poder evaluar el nivel de eficiencia de su filtro elaborado a base de arcilla para poder obtener agua, con la suficiente calidad para poder consumirlo, la metodología empleada para el estudio fue experimental, aplicada y explicativa, la muestra se conformó una vivienda del centro poblado Macashca, la técnica empleada por la investigadora fue un tratamiento a base de filtración del agua por medios porosos revestido con plata coloidal. Como resultados presentados por la autora fueron los siguientes parámetros: turbiedad (0.42 UNT), color (1.7 TCU), sólidos totales (88 mg/l) aluminio (0.11 mg/l Al). En conclusión, el filtro a base de arcilla mejoró considerablemente la calidad del agua para la vivienda donde se realizó el estudio.

Por otra parte, en la ciudad de Huancayo, las autoras Cristóbal y Laura (2021) en su estudio que tuvo como finalidad valorar el impacto de la relación arcilla/aserrín y la temperatura de cocción en el rendimiento del filtro cerámico de agua potable. La metodología empleada por las investigadoras fue experimental, las muestras utilizadas para la investigaciones fueron tomadas del río Rumiayacu, los resultados presentados por las autoras fueron: dureza total de 315 miligramos por litro, 23,78 miligramos por litro de cloruros, una conductividad de 617,5 microSiemens por centímetro, 370,5 miligramos por litro de sólidos disueltos totales, un pH de 7,68, en conclusión, el filtro cerámico elaborado por las investigadoras presentó una tasa de filtración de 66 mililitros por hora.

Asimismo, Pardo (2021) en su estudio que tuvo por objetivo mejorar el pH y remover el arsénico del agua utilizado para el regadío de plantas a través de un biofiltro a base de cáscaras de cocos y arcilla, el método es experimental, las muestras utilizadas para la investigación fueron tomadas del río Moche de la región La Libertad, cuyo primer análisis presentó un concentrado de 1,535 mg/L de arsénico, un pH de 2.20. Después del proceso de filtración se obtuvieron los siguientes resultados; se removía en una muestra 63.84% de arsénico y en la otra 78.11%, del mismo modo el PH del agua procesada incremento a 4.74. En conclusión, se

logró mejorar la calidad del agua, pero no alcanzó llegar a los estándares ambientales.

Es importante explicar la teoría de la filtración para el entendimiento del desarrollo del presente estudio, ya que es útil para descifrar los resultados de laboratorio, buscar las mejores condiciones de filtración y predecir los resultados de alteraciones en las circunstancias operativas. Debido al hecho de que los datos obtenidos con una suspensión no son transferibles a otra, siempre es necesario determinar las características de filtración de la suspensión real en cuestión, la aplicación de esta teoría está restringida. La filtración industrial difiere de la filtración de laboratorio en términos del volumen de material que se maneja y el requisito de manejarlo de manera económica. La caída de presión del flujo o la resistencia del flujo se pueden aumentar o disminuir para lograr un caudal razonable con un filtro de tamaño moderado. El área del filtro se agranda tanto como sea posible sin agrandar el propio aparato o equipo de filtrado para reducir la resistencia al flujo. La elección del equipo de filtración está fuertemente influenciada por la economía. (Alpaca y Pinto, 2014)

Un sistema de tratamiento de agua abarca una serie de componentes y procesos interconectados diseñados para establecer relaciones entre ellos y, en última instancia, cumplir con los estándares de calidad ambiental mediante la eliminación de sustancias nocivas. En otras palabras, se trata del procedimiento mediante el cual se depura el agua, asegurando que esté desinfectada de manera óptima para su consumo y uso sin poner en riesgo la salud de quienes la utilizan ni amenazar la vida animal o vegetal circundante. (Venkatesha, 2020).

Es crucial comprender que la purificación del agua implica la erradicación de microorganismos presentes en el agua mediante la aplicación de agentes fisicoquímicos, tales como el cloro, el ozono, el yodo, la plata iónica o el coloide de plata; o métodos físicos como la exposición al calor o la radiación UV. Este proceso se lleva a cabo a un nivel que garantiza que el uso de aguas no purificadas o contaminadas no conlleve ningún riesgo. Además, es fundamental destacar que la purificación del agua es un proceso esencial para mantener la integridad del ecosistema y la salud pública. (Venkatesha, 2020).

Según una revisión de la literatura, se han llevado a cabo extensivas investigaciones en el ámbito de la adsorción de contaminantes orgánicos mediante el empleo de adsorbentes económicos, particularmente aquellos basados en minerales arcillosos. Una amplia variedad de estudios, así como capítulos y artículos de revisión, han subrayado la utilidad de las organoarcillas modificadas en el proceso de adsorción, tanto de contaminantes orgánicos como inorgánicos. Además, se han documentado minuciosamente los procedimientos de intercalación de minerales arcillosos, que involucran la utilización de cationes, proteínas, compuestos orgánicos y polímeros, en diversas fuentes literarias (Abdelrahman, et al., 2019)

En algunos casos, los artículos de revisión se han orientado hacia categorías altamente específicas de compuestos, como los compuestos fenólicos y los pesticidas, profundizando aún más en el campo de la adsorción. A su vez, se ha efectuado un conjunto significativo de estudios y revisiones enfocados en la adsorción de tintes en soluciones acuosas mediante el uso de arcilla, mientras que otros han dirigido su atención hacia la adsorción de metales pesados, ampliando así el espectro de aplicaciones y comprensión de este proceso fundamental en la purificación de aguas y la remoción de contaminantes. (Abdelrahman, et al., 2019)

Del mismo modo, las arcillas naturales, activadas o modificadas pueden tener capacidades de adsorción mucho mayores a un costo mucho menor que los tratamientos mencionados anteriormente. Hay muchas rocas diferentes que contienen una variedad de minerales arcillosos en todo nuestro país. De igual forma, es bien sabido que históricamente el ser humano ha considerado el agua como un recurso inagotable, llevándolo a descuidar su conservación, preservación y cuidado. En cambio, todas las actividades realizadas con este recurso están marcadas por el desperdicio. uso excesivo de agua debido a cañerías abiertas, cañerías dañadas o rotas, negligencia de los propietarios, etc. Sin embargo, se ha demostrado en los últimos años que la humanidad puede quedarse sin agua apta para el consumo humano. Por ello, se deben desarrollar diversas estrategias para preservarlo, como la reutilización del agua que ya ha sido utilizada pero que no contiene demasiados contaminantes y su uso en otras actividades, aplicando un

sistema de potabilización que permita depurarla para el riego, lavado, etc. para combatir el problema y disminuir sus efectos (Abida, et al., 2018)

La arcilla es un mineral de origen natural con propiedades inherentes de composición y origen. Además, las arcillas se derivan de sedimentos geológicos que resultan de la descomposición de rocas ricas en sílice y alúmina. Este material se encuentra comúnmente en diversos depósitos minerales, dado su carácter granular altamente delicado. Mediante el uso de un microscopio electrónico de barrido (SEM) con una amplificación de hasta 15,000 veces, se ha logrado identificar láminas con bordes curvos hacia la parte superior. Como resultado, se ha observado que estas láminas se asemejan a las baldosas de arcilla típicas que se encuentran en suelos secos, que han experimentado agrietamiento y contracción debido a la exposición solar. (Kumari y Mohan, 2021).

La arcilla es un mineral que se forma naturalmente y posee características propias de composición y formación. Asimismo, las arcillas son sedimentos geológicos que provienen de la descomposición de rocas ricas en sílice y alúmina, este material se puede encontrar en cualquier sedimento o depósito mineral, ya que es un material granulado muy delicado, a través de un Scanning Electron Microscope y logrando amplificar casi a 15000 veces, se ha podido observar láminas con bordes que presentaban curvas hacia la parte de arriba. Como resultado se encontró que las laminillas tienen un parecido a baldosas de arcilla que normalmente se ven en un suelo seco, que está agrietado y encogido por sol. De otro modo, la definición terminológica de la arcilla no solo se puede relacionar a la mineralógica, también se puede decir que es parte de la dimensión de una partícula, es por eso que a todas las fracciones con un tamaño granular inferior a 0.002 mm es considerado como arcilla. (Cristóbal y Laura, 2021)

De manera distinta, la caracterización terminológica de la arcilla no se limita únicamente a su descripción mineralógica, sino que también abarca su presencia en la dimensión de partículas, siendo clasificada como arcilla cualquier fracción con un tamaño granular que no exceda los 0.002 mm. Adicionalmente, es relevante destacar que esta definición tiene implicaciones significativas en la ciencia de suelos y la geología, donde la fracción de arcilla desempeña un papel crucial en la textura y la capacidad de retención de agua de un suelo, lo que a su vez influye en

su productividad agrícola y otros aspectos ambientales. Esta precisa caracterización granulométrica es esencial para comprender mejor los suelos y sus propiedades físicas. (Moreno y Azcárate, 2018).

El mineral de la arcilla se clasifica en tres grupos: Montmorillonita, Illita y Caolinita. La arcilla Caolinita, son formados a partir de una lámina silícica y aluminica. Las conexiones que existen entre las retículas es lo suficientemente firme como para evitar que las moléculas de agua penetren entre ellas, el efecto es conocido como el efecto de adsorción. Es decir, este tipo de arcilla es estable y no colapsa en contacto con el agua debido a su estructura molecular. (Hernández y Vilca, 2022)

Las fuerzas electromagnéticas creadas en la superficie de los minerales tienen un impacto en la arcilla, dándole sus características distintivas. Cuando el diámetro del grano disminuye, las fuerzas gravitatorias son insignificantes en comparación con las fuerzas superficiales, que luego tienen un impacto significativo en las propiedades del agregado. Cada partícula de arcilla tiene una carga eléctrica negativa en su superficie, cuya fuerza varía según la composición y estructura de la partícula. Además, Como resultado, la partícula atraerá iones positivos H^+ de agua, así como cationes de varios elementos químicos, incluidos Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{++} y Fe^{++} . (Hernández y Vilca, 2022)

El término arcillas activadas por ácido generalmente se reserva en la literatura industrial para las bentonitas parcialmente disueltas. La bentonita siempre ha tenido multitud de mercados y la bentonita activada con ácido ha sido un producto estándar durante muchas décadas. Generalmente un Ca^{2+} -La bentonita se trata con ácidos inorgánicos para reemplazar los cationes de calcio divalentes con iones de hidrógeno monovalentes y para lixiviar los cationes férricos, ferrosos, de aluminio y de magnesio, alterando así las capas de esmectita y aumentando la superficie específica (SSA) y la porosidad (Komadel, 2016)

Del mismo modo, la arcilla activada es la que se expone a un proceso de activación con la finalidad de mejorar y potenciar algunas de sus propiedades. La activación química de la arcilla es un proceso termoácido dependiente del tiempo, el cual aumenta el área superficial de recambio y permite el intercambio de los iones de calcio por los de hidrógeno, atacando en cierto grado la estructura reticular de la

sílice y la alúmina. La arcilla activada, que tiene una naturaleza porosa y se asemeja a un polvo granulado, también se puede utilizar como material de filtro. Sus moléculas porosas atrapan las partículas de suciedad y dan al aceite usado su característico color oscuro. Se utiliza en la etapa de clarificación. No filtra interminablemente; dependiendo del caudal y del grado de contaminación del líquido procesado, se va saturando poco a poco y en pocas horas. (Norvina et al., 2022)

Es preciso explicar que el aceite, los jarabes, los líquidos se pueden clarificar con arcillas activadas. Algunas reacciones químicas también se benefician de su uso como catalizador. Para hacer que el aceite sea transparente y apto para el consumo, la arcilla activada desarrollada a partir de materias primas funciona atrapando sustancias oxidantes y pestilentes que causan olores en la arcilla activada. El método de esta tecnología permite obtener arcillas activadas más rápidamente y con mejores cualidades absorbentes. (Montaño, 2019)

Del mismo modo, Las partículas que componen los sistemas coloidales, es decir, aquellas que por su tamaño se encuentran suspendidas y disminuyen en mayor o menor medida la transparencia del agua, son las que provocan la turbidez. Estas partículas incluyen partículas suspendidas y coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida y otros microorganismos microscópicos). La turbidez afecta la calidad estética del agua, a pesar de que se desconocen sus efectos directos sobre la salud. Con frecuencia resulta en el rechazo del consumidor. Por ello, aunque las normas de calidad especifican un requisito de turbidez para la fuente de suministro, debe mantenerse al mínimo para garantizar la eficacia del procedimiento de desinfección. Las sales que inicialmente eran sólidas pueden disolverse e incorporarse a una solución acuosa usando agua cuando está en estado líquido. Esto hace que sea muy común descubrir en su interior una variedad de compuestos inorgánicos en forma iónica, tanto en cantidad como en magnitud, que en conjunto definen su salinidad, es posible un análisis de laboratorio de los iones disueltos, o se puede utilizar la capacidad del para interpolar. En este caso, hablamos de salinidad en términos de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica. (López, et al., 2020)

Las aguas grises representan una valiosa fuente de agua que podría ayudar a satisfacer la demanda de agua. Por lo tanto, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las regulaciones y directrices relacionadas con la reutilización de aguas grises en los Estados Unidos. Durante este proceso, se abordaron diversos desafíos clave, como la aceptación de la segregación de aguas grises como una categoría separada de aguas residuales, las normativas sobre el almacenamiento de aguas grises, los requisitos de tratamiento in-situ y las aplicaciones permitidas para el uso de estas aguas recuperadas. (Zita, et al., 2013)

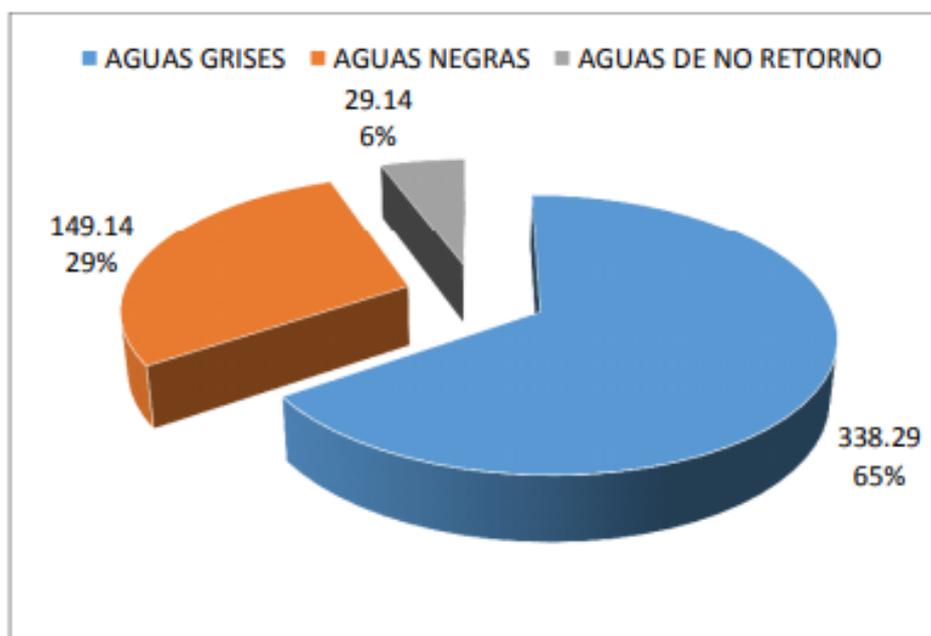
De igual forma, Las aguas grises es el término utilizado para describir las aguas residuales producidas por lavaderos, baños, lavavajillas y duchas. Esta agua es baja en patógenos y materia orgánica, así como por su 30% de fracción orgánica y entre un 9 y un 20% de nutrientes, esta agua es una buena fuente de reciclaje y puede utilizarse para descargar inodoros, regar jardines y otras tareas domésticas. De igual manera, la calidad del agua gris dependerá de las distintas actividades debido a la fuente, como el caso de las aguas provenientes de los lavaderos, duchas o la lavandería, debido a las que contiene altas concentraciones de químicos como detergentes, jabones, sales y bacterias que pueden ser dañinas para el organismo si es que no se hacen del debido tratamiento para su reciclaje. (Meza y Sulca, 2022)

La naturaleza de las aguas grises depende de la calidad del agua producida, el tipo de red de distribución y el estilo de vida del hogar, la composición de las aguas grises puede cambiar según la cantidad y el tipo de materiales vertidos en los sistemas de alcantarillado. Asimismo, La degradación química y biológica de los compuestos también puede ocurrir dentro de las redes de recolección y almacenamiento. Se ha demostrado que los procesos físicos son efectivos para eliminar sólidos pero ineficaces para eliminar materia orgánica. La cantidad de microorganismos que aún se pueden encontrar en los estándares de reutilización no se puede restringir por una filtración simple. En cuanto a la química de las aguas grises, se pueden localizar la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). DBO5 es el oxígeno que requiere una demanda microbiana heterogénea para estabilizar los compuestos orgánicos biodegradables contenidos en algunas muestras residuales. la cantidad de materia orgánica e inorgánica, o modificable geológicamente ahora se mide directamente con el DBO5.

Mientras que la DQO se calcula como la cantidad de oxígeno consumido por la oxidación química de la materia orgánica que se puede observar en algunas muestras de agua. De manera similar, los coliformes fecales y totales, Escherichia coli y otros rasgos biológicos están relacionados. Esto se debe principalmente a los desechos de personas o animales, lo que provoca un aumento de bacterias, virus y agentes patógenos en las aguas residuales. (Meza y Sulca, 2022)

Cabe precisar que Cada población utiliza una determinada cantidad de agua para desarrollar sus actividades, lo que se traduce en la producción de las siguientes aguas residuales: El departamento produce diariamente aguas grises, con una producción máxima de 423 l/día y una producción mínima de 274 l/ día. La siguiente información se puede utilizar para calcular la cantidad de agua gris, negra y sin retorno que se produce: (Loza, 2017)

Gráfico 1: Volúmenes promedio del consumo por departamento



Fuente: Loza (2017)

Los principales generadores de aguas grises son los siguientes:

- Lavadero: contiene muchas partículas de alimentos, aceites y grasas; una variedad de coliformes; tiene más sólidos suspendidos totales que las aguas residuales; exhibe una rápida descomposición; contiene detergentes, espuma y blanqueadores; alta demanda de oxígeno. (Kim y Park, 2021).

- Las aguas de la ducha, la tina y el fregadero son las menos contaminadas y se conocen como aguas grises claras. El agua de las duchas y bañeras contiene Coliformes, y también puede contener orina, que en personas sanas no presenta riesgos, pero, en el caso de quienes tienen infección de vejiga, contiene microorganismos, pero tiene bajo riesgo de infectarlos. Cabello, artículos de limpieza como champú y jabón, etc. están todos presentes. En estas aguas, hay poca demanda de oxígeno. (Ahmad, et al., 2006)
- Lavadora: Contiene coliformes, detergentes, espuma, alto pH en estas aguas, salinidad y una cantidad sustancial de sólidos en suspensión (pelusa).

Por otro lado, dependiendo de su uso previsto, incluido el consumo, las aguas grises pueden recibir diferentes niveles de tratamiento. Sin embargo, para poder reutilizar el agua del inodoro, la lavadora, la limpieza de la casa para el riego de las plantas, debe ser incolora, inodora y libre de microbios y parásitos. Los siguientes pasos conforman un tratamiento que produce agua de este calibre. (Wang et al., 2021).

- Tratamiento preliminar o filtrado grueso: El agua gris necesita pasar por un filtro como tratamiento preliminar o filtrado grueso para eliminar los materiales macroscópicos y los sólidos en suspensión. La capacidad de quitar rápidamente los filtros permite el mantenimiento de rutina del sistema durante esta fase del tratamiento, que es su característica clave.
- Tratamiento preliminar o filtrado fino: Las partículas en suspensión más pequeñas, como polvo o arcilla fina que se acumulan en el plato de ducha, deben quedar retenidas en el agua después de pasar por un filtro de arena y grava. El retro lavado se utiliza para mantener este filtro. haciendo que el agua fluya en sentido contrario hasta descargarla sin impurezas.

Es importante poder reutilizar estas aguas grises dado que ayudara a disminuir el uso de agua del 16 al 40 por ciento, basado en el diseño del sitio y del sistema, de la misma forma, reduciría los gastos de su factura de agua, recibo de agua y alcantarillado. De otro lado, diversificaría las fuentes de agua que utiliza la ciudad. ofreciendo una fuente de agua diferente para el riego, manteniendo disponible para tal fin el agua tratada, reduciría la necesidad de productos químicos y energía utilizado para el tratamiento de aguas residuales. (Herrera, 2020)

Los sólidos suspendidos en las aguas grises, son las pequeñas partículas sólidas que están suspendidas en el agua, su tamaño fluctúa aproximadamente en 0.45 micras, y hace referencia a las aguas superficiales o residuales, la eliminación de estos sólidos se hace a través de la sedimentación o filtros de agua. Del mismo modo, una importante excepción a esta generalización es la contaminación por arsénico de las aguas subterráneas. Esto se debe a que el arsénico es un contaminante muy serio, soluble y es difícil de eliminarlo, y eso hace que encontrar una fuente de agua alternativa suele ser la opción más viable. Los indicadores más comunes de la calidad del agua son los sólidos en suspensión. (Bolívar, Castaño y Gutiérrez, 2021)

La presencia de detergentes de las aguas grises, son procedentes de las cocinas, regaderas, lavadoras, duchas, lavabos y lavanderías de ropa y son el resultado de las actividades cotidianas que todos realizamos, ya sea en el uso de jabones o el uso de detergentes. Las aguas grises se pueden reutilizar en un domicilio a través de un purificador de agua, o en su defecto contribuir con el medio ambiente, ya que si las aguas grises contaminadas con el detergente llegan a los ríos o mares estas sustancias actuarían como fertilizantes de algas, y por ende a gran escala agotaría el oxígeno del agua. (Serna, 2021)

Asimismo, la acidez o alcalinidad del agua se puede determinar por su valor de pH. Eso quiere decir que la cantidad de iones de hidrógeno en el agua es lo que se entiende por definición. La escala de pH tiene valores que van de 0 a 14 y es logarítmica. La concentración de iones de hidrógeno disminuye diez veces por cada unidad de aumento en la escala logarítmica. El agua se vuelve más ácida con una caída en el pH y más alcalina con un aumento del PH. (Ofridan et al. (2021)

El PH es una medida que muestra cuán ácida o alcalina es el agua, del mismo modo se caracteriza como la cantidad de iones de hidrógeno en el agua. Los valores de pH van de 0 a 14 y la escala es logarítmica. Una disminución de diez veces en la concentración de iones de hidrógeno corresponde a un aumento de una unidad en la escala logarítmica. Por otro lado, la acidez del agua aumenta a medida que disminuye su PH, y su basicidad aumenta a medida que aumenta el PH. De igual forma Las alteraciones en el pH pueden cambiar la cantidad de otras sustancias en el agua, lo que puede cambiar su nivel de toxicidad. (Monroy, 2017)

Es preciso señalar el proceso de tratamiento de las aguas grises (Llanos, 2012):

- **Recolección:** La separación de aguas negras de aguas grises se logra mediante el diseño de una doble red de drenaje del proyecto; el agua del inodoro y lavabo se denominará "drenaje de aguas negras" y en una vivienda tendrá las características tradicionales (tubería sanitaria de PVC de 4" de diámetro), y el agua de la ducha, lavadora y lavabo denominarse "drenaje de aguas grises", y la tubería para este drenaje puede ser más pequeña (3").
- **Tratamiento:** Las aguas grises pueden recibir diversos grados de tratamiento según el uso al que se destine (incluso potabilizarla), pero para su reutilización en el inodoro, lavadora, limpieza de la casa y riego de áreas verdes, el agua debe ser incolora, inodoro y libre de microbios y parásitos.
- **Eliminación de olores:** Hay una serie de tecnologías disponibles para la eliminación de olores, incluido el uso de carbón activado, desinfección con cloro y otros métodos.
- **Acondicionamiento:** En algunos casos, incluso después de la desinfección, el agua puede seguir siendo "dura" debido a la presencia de metales pesados. Debido a que el jabón o el detergente no forman espuma, el agua dura es fácil de identificar. El fabricante del producto proporcionará la cantidad adecuada de neutralizador para agregar al agua para corregir esto.
- **Almacenamiento:** A pesar de que el agua tratada está técnicamente libre de gérmenes, aún puede entrar materia orgánica. Se recomienda no mantener el agua almacenada por más de 24 horas para evitar una posible contaminación. Es fundamental que tanto el depósito de agua que distribuye las aguas grises tratadas como el depósito donde se almacenan permanezcan a la sombra o reciban la menor cantidad de luz solar para evitar que el aumento de temperatura favorezca la activación de microorganismos.
- **Distribución:** Una vez que las aguas grises tratadas se encuentran en el tanque de agua designado para su uso, se aprovechará la gravedad para distribuir las a una red que solo atiende al inodoro, lavadora, áreas verdes y patios. La tubería podría estar hecha de la misma sustancia que el agua potable.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente estudio es de tipo aplicada. Según Arias, Holgado, Tafur, Vásquez (2021) un tipo de investigación aplicada tiene como fin aplicar el método científico para buscar soluciones y así mediante distintas alternativas poder mejorar las condiciones humanas. Este tipo permite ser más beneficiosa en caso se planteen hipótesis que busquen encontrar una solución para una problemática, estos hallazgos permiten desarrollar nuevas tecnologías o mejorar las ya existentes.

Por otro lado, el diseño de la investigación es cuasi experimental, ya que este proyecto es basado en experimentos utilizado en relación con el progreso de un investigador cuyo propósito es presentar un reclamo soluciones por alguna razón que se maniobró a lo largo del proyecto, Hernández (2018). El diseño cuasi experimental funciona según el siguiente esquema:

Gráfico 2: Modelo Cuasi Experimental



Fuente: Internet

Dónde:

M: Muestra Inicial.

O1: Observación inicial

X: Muestra después del tratamiento.

O2: Observación final de la muestra. Donde los resultados, pueden ser iguales (=), diferentes (\neq), o semejantes (\approx)

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable Independiente: Diseño de un Sistema Purificador en Base a la Arcilla Activada

Definición conceptual

Un sistema de purificador de agua comprende un conjunto de elementos y procesos que organizan y relacionan entre sí y tienen como fin el de eliminar las sustancias contaminantes y así lograr cumplir con los estándares de calidad ambiental. (Diorio et al., 2020).

Definición operacional

El Diseño de un Sistema Purificador en base a la arcilla activada se dimensiona en: sólidos en suspensión, arcilla activada, PH de aguas grises

3.2.2 Variable Dependiente: Tratamiento de Aguas Grises

Definición conceptual

Las aguas grises es el término utilizado para describir las aguas residuales producidas por lavaderos, baños, lavavajilla y duchas. Esta agua es baja en patógenos y materia orgánica, así como por su 30% de fracción orgánica y entre un 9 y un 20% de nutrientes, esta agua es una buena fuente de reciclaje y puede utilizarse para descargar inodoros, regar jardines y otras tareas domésticas. (Malik, et al., 2015)

Definición operacional

La variable dependiente (tratamiento de aguas grises) se dimensiona en características físicas, características químicas y características microbiológicas.

3.3. Población, muestra, muestreo unidad de análisis

Población:

Según Condori (2020), una población de estudio es un grupo de individuos, no necesariamente pueden ser personas y estas se considerarán para la elaboración de una investigación. Del mismo modo, con respecto a esta investigación, la

población este proyecto considera como población las muestras obtenidas en el hotel KALLMA ubicado en la urb. San Martín de Porres MZ: "F", LT: 1, de la ciudad de Ica.

Muestra:

Para la elaboración de este estudio, se recolectarán 2 muestras de aguas grises, una de un litro que fue enviado para el análisis de calidad de agua, concentración de sólidos, nivel de PH y presencia de químicos, la segunda muestra se utilizara para el experimento con el filtro de arcilla activada.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1: *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

OBJETOS ESPECÍFICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Realizar el nuevo diseño del sistema purificador en base a la arcilla activada	Observación científica.	Pruebas de Laboratorio	Valores de la Calidad del agua
Demostrar que el sistema purificador en base a la arcilla activada tendrá impacto en el tratamiento de aguas grises, Ica, 2023.	Observación científica.	Pruebas de Laboratorio	Valores de la Calidad del agua
Establecer en qué medida el diseño de un sistema purificador a base a arcilla activada influirá en la reducción de sólidos en suspensión de aguas grises, Ica, 2023.	Observación científica.	Pruebas de Laboratorio	Concentración de sólidos

Establecer en qué medida el diseño de un sistema purificador a base a arcilla activada impactará en la presencia de detergentes de las aguas grises, Ica, 2023.	Observación científica.	Pruebas de Laboratorio	Presencia de químicos en el agua
Establecer en qué medida el diseño de un sistema purificador a base a arcilla activada impactará en el PH de aguas grises, Ica, 2023.	Observación científica.	Pruebas de Laboratorio	Nivel del PH del agua

Fuente: Elaboración propia

Validez

En el presente estudio realizara pruebas que no requieren validación, ya que serán elaboradas en un laboratorio de pruebas acreditado por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), este organismo peruano es el encargado de acreditar a estos laboratorios y están sujetos a las normas técnicas de la ASTM y con un equipo científico técnico.

Confiabilidad

La confiabilidad de las fichas técnicas está avalada por las Normas de Calidad del Agua (ECA) y la Administración Nacional del Agua (ANA), las cuales definen los procedimientos a seguir para el muestreo, procedimientos y resultados.

3.5. Procedimiento

Adquisición de la arcilla

Para la realización del proyecto se adquirirá la arcilla en una ferretería de prestigio, la cantidad de 1 kilogramo, de la marca Lozaro.

Permiso y solicitudes

Para la recolección de la muestra, se procederá a explicar al administrador del hotel la finalidad del proyecto, los utensilios que se van a utilizar y el proceso para la recolección de las muestras con el fin que nos permita el acceso a las instalaciones y brinde todas las facilidades. Del mismo modo una vez otorgado el permiso y brindado las facilidades, se procederá a hacer una visita de inspección y tomar fotos que resulten como evidencia tanto como la elaboración del experimento como para explicar la problemática que aqueja sobre el uso de los recursos hídricos.

Toma de muestra

Para la toma de muestra, para la primera muestra se tomará la temperatura y se procede a envasar en una botella de litro para ser llevado posteriormente a que le hagan los análisis correspondientes. Por otro lado, para la segunda muestra primero se tomará la temperatura del agua, seguido se tiene que quitar los sólidos en suspensión que se encuentran en el agua para poder añadir sulfato de aluminio, y así conseguir disminuir el material particulado y acelerar el tratamiento de 24 horas a 12 horas siendo efectiva las mallas de nylon para la retención de sólidos en suspensión y el filtro doble para disminuir el material particulado y acelerar el tratamiento

Elaboración del proyecto

Se diseña el proceso del tratamiento con tubos de PVC para el lavadero y para la salida de agua de la lavadora, se utiliza cinta teflón, pegamento de tubos de pvc, mallas de nylon y dos envases para la recepción.

Una vez recolectada el agua, se procede dividir la muestra en 4 tubos de ensayo con el fin de mezclar e incorporar la arcilla activada, las 4 pruebas consistirán en lo siguiente:

M1: 3 gr de arcilla, 3 ml de ácido clorhídrico y 30 ml de agua potable

M2: 4 gr de arcilla, 4 ml de ácido clorhídrico y 30 ml de agua potable

M3: 5 gr de arcilla, 5 ml de ácido clorhídrico y 30 ml de agua potable

M4: 6 gr de arcilla, 6 ml de ácido clorhídrico y 30 ml de agua potable

Gráfico 3: Muestras de experimentación



Fuente: Elaboración propia

Análisis de laboratorio

Las 5 muestras se enviarán laboratorio “AGQ labs” y “Lab Perú E.I.R.L.”, ambos laboratorios son acreditado por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL) con la finalidad que analice las 5 pruebas y poder detectar cual es la mezcla idónea para la reutilización del agua cumpliendo con los estándares de la calidad del agua.

3.6. Método de análisis de datos

En relación al enfoque utilizado para analizar los datos con el objetivo de nivelar el PH, determinar la concentración de sólidos y la presencia de químicos antes y después del tratamiento, se empleó un enfoque estadístico que combinó análisis descriptivo e inferencial. Los datos fueron procesados utilizando herramientas como Microsoft Excel y IBM SPSS V.23.

3.7. Aspectos Éticos

Según Salas (2019), explica la autora que la ética es poder tomar decisiones consideran las consecuencias que puedan tener, haciéndose cargo de ellas. Del mismo modo, la Ética se relaciona con los valores morales, motivaciones y los propósitos que tiene el trabajo de investigación para la sociedad.

De la misma forma el gob.mx (2017) indica que existen 4 principios éticos que debemos de reconocer y estas son:

Autonomía: Es la capacidad que tienen todas las personas para comprender sus propios objetivos y tomar decisiones por sí mismos. Es por ello que, en la investigación se plantearon objetivos a trazar con el fin de analizar distintas alternativas acordes a la problemática. Asimismo, para cumplir con los objetivos, la investigación es autofinanciada por la autora.

Beneficencia: Este principio moral implica actuar en el mejor interés de los demás. Es por ello que, la investigación respeta los datos obtenidos por los análisis de laboratorio y no pretende modificar ningún dato.

No-maleficencia: Es actuar debidamente bajo los distintos principios y deberes de tener el discernimiento crítico para determinar si una conducta es buena o mala, es un principio público y está sancionado por las leyes. Es por ello que, el estudio no pretende alterar ningún resultado respecto a los análisis hechos por el laboratorio.

Justicia: Es tener discernimiento crítico para determinar si una conducta es buena o mala, es un principio público y está sancionado por las leyes.

IV. RESULTADOS

En el diseño del sistema de purificación que hace uso de arcilla activada, se aplicaron diversos materiales y dispositivos de índole técnica con el objetivo de asegurar la máxima eficacia y efectividad en el procedimiento. Asimismo, se llevó a cabo una meticulosa selección de elementos y herramientas, de acuerdo a las demandas particulares del sistema de purificación fundamentado en arcilla activada, para concebir un diseño óptimo y plenamente ajustado a sus requerimientos específicos. Esto implicó la evaluación de características técnicas tales como la porosidad de la arcilla activada, el caudal de flujo de entrada, y la eficiencia de las bombas y filtros utilizados, entre otros parámetros cruciales para garantizar el desempeño satisfactorio del sistema y son los siguientes:

- Vasos de precipitación
- Pipeta
- Agitador
- Recipiente de 20 L
- Recipiente de 100 L
- Papel filtro
- Ácido Clorhídrico
- Arcilla Natural

Los procedimientos requeridos para desarrollar el sistema de purificación utilizando arcilla activada se detallan a continuación:

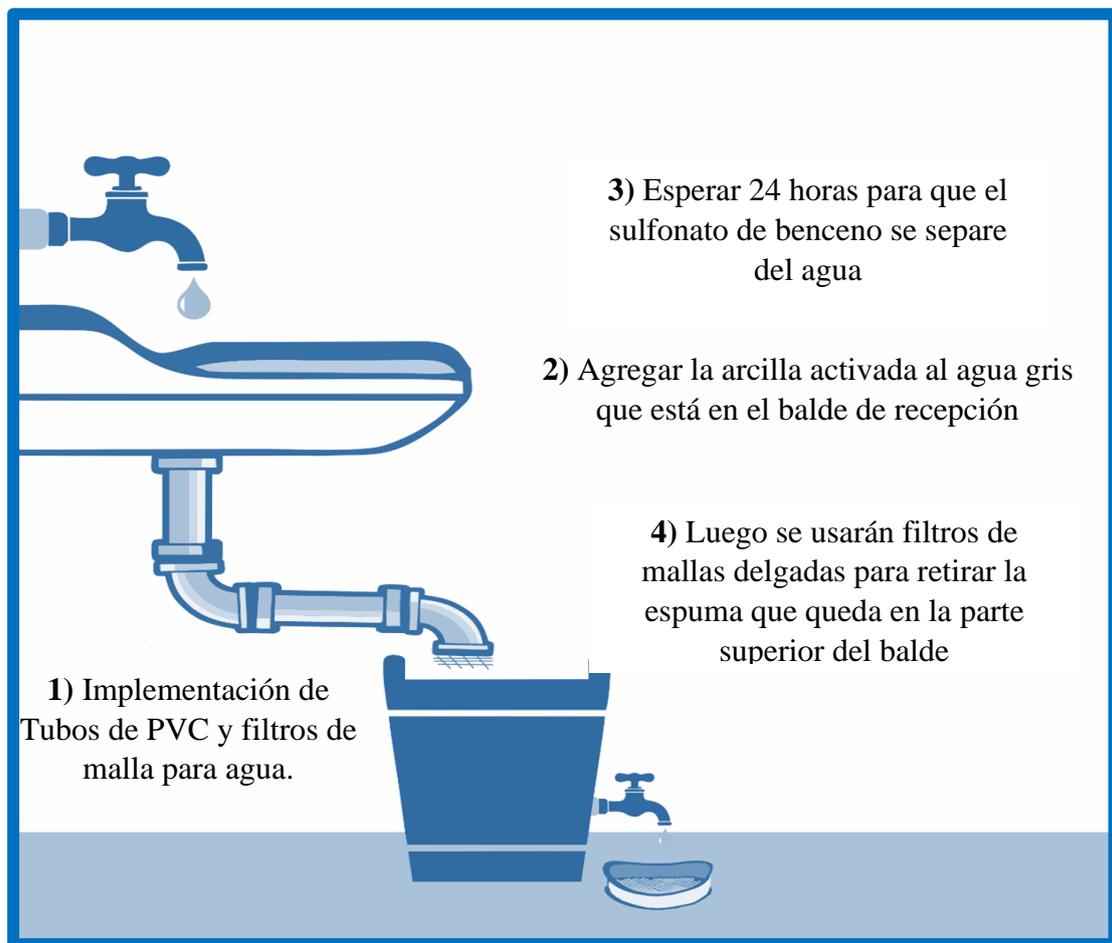
- 1) **Instalación de Componentes de Tratamiento de Agua:** Inicialmente, se llevó a cabo la instalación de tuberías de PVC junto con filtros de malla de alta retención para el tratamiento del flujo de agua cruda.
- 2) **Adsorción de Contaminantes:** La arcilla activada, un adsorbente altamente efectivo, se introdujo en el balde de recepción que contiene agua gris, facilitando así la adsorción de compuestos orgánicos y sustancias no deseadas presentes en el agua.
- 3) **Período de Reposo para la Separación de Fases:** Para permitir la separación adecuada de fases, es esencial aguardar un período de reposo de aproximadamente 24 horas. Durante este intervalo, el sulfonato de benceno y

otros contaminantes se separarán de manera efectiva del agua, lo que es crucial para el proceso de purificación.

- 4) **Clarificación mediante Filtración de Espuma:** A continuación, se emplearán filtros de malla fina para eliminar la espuma que se acumula en la parte superior del balde. Este paso de clarificación es esencial para garantizar la pureza del agua tratada y eliminar cualquier partícula suspendida residual.

Estos pasos, ejecutados en su conjunto, constituyen un enfoque técnico sólido para la purificación de agua mediante arcilla activada, asegurando así la obtención de agua de alta calidad y libre de impurezas.

Gráfico 4: Sistema de purificación a base de arcilla activada



Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia de acuerdo a los análisis de laboratorio presentados en los anexos, se puede visualizar que efectivamente la arcilla activada tiene un impacto positivo en el diseño del sistema purificador. Para ello esta contrastación se dio con la observación de las muestras de agua gris con el tratamiento efectivo de arcilla activada pre y post que fueron tomadas de la lavandería antes y después de haberse aplicado el sistema de tratamiento, con lo cual hemos podido observar la efectividad del sistema de tratamiento de arcilla activada empleado en el agua gris, y darnos cuenta de la importancia del papel que desarrolla la arcilla, como descontaminante natural del agua.

Tabla 2: *Tabla de muestras*

Muestra	Arcilla (gr)	Ácido Clorhídrico (ml)	Agua Potable (ml)
M 1	3	3	30
M 2	4	4	30
M 3	5	5	30
M 4	6	6	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: *Concentración de Sólidos*

Muestra	Resultados	Unidad de Medida	Porcentaje de Reducción
M 0	415.0	Mg SST/L	
M 1	28.0	Mg SST/L	- 93%
M 2	81.6	Mg SST/L	- 80%
M 3	61.7	Mg SST/L	- 85%
M 4	170.0	Mg SST/L	- 59%

Fuente: Lab Perú E.I.R.L.

La concentración de sólidos en muestras de aguas residuales de lavandería es un indicador crucial de la cantidad de partículas suspendidas y disueltas presentes en

el agua. En este contexto, se realizó un proceso de filtración utilizando un filtro de arcilla activada para reducir la concentración de sólidos en las muestras. A continuación, se presenta una interpretación de los datos proporcionados:

Antes del tratamiento mediante el filtro de arcilla activada, la muestra 0 exhibió una concentración de sólidos de 415.0 mg/L. Estos sólidos pueden incluir partículas suspendidas, restos de detergentes, fibras de tela y otros contaminantes provenientes del proceso de lavandería. La alta concentración inicial puede indicar una carga significativa de partículas presentes en las aguas residuales de lavandería.

Luego de pasar por el filtro de arcilla activada, las muestras experimentaron una reducción sustancial en la concentración de sólidos. La muestra M1 exhibió una concentración de 28.0 mg/L, lo que representa una reducción drástica con respecto a la muestra original. Esta reducción demuestra la eficacia del filtro de arcilla activada en la eliminación de partículas suspendidas y materia orgánica disuelta de tamaño coloidal.

En el caso de la muestra M2, la concentración de sólidos después del tratamiento fue de 81.6 mg/L. Aunque superior a la muestra M1, esta concentración todavía es significativamente menor que la concentración inicial en la muestra 0. Esto podría indicar variaciones en la composición de las aguas residuales o en la eficiencia del proceso de filtración en diferentes momentos.

Las muestras M3 y M4 también experimentaron reducciones en las concentraciones de sólidos después del tratamiento con el filtro de arcilla activada. La muestra M3 presentó una concentración de 61.7 mg/L, mientras que la muestra M4 tuvo una concentración de 170.0 mg/L. Estas variaciones podrían deberse a diferentes condiciones operativas del filtro, tasas de flujo o características cambiantes de las aguas residuales a lo largo del tiempo.

En resumen, el proceso de filtración utilizando un filtro de arcilla activada demostró ser efectivo en la reducción de la concentración de sólidos en muestras de aguas residuales de lavandería. Las diferencias en las concentraciones de sólidos observadas en las muestras posteriores al tratamiento pueden ser atribuidas a variaciones en las características de las aguas residuales y al desempeño del filtro

en diferentes momentos. Esta reducción en la concentración de sólidos es indicativa de una mejora en la calidad del agua tratada en términos de eliminación de partículas suspendidas y materia orgánica disuelta.

Tabla 4: Concentración de detergentes

Muestra	Resultados	Unidad de Medida	Porcentaje de Reducción
M 0	0.02	Mg/L	
M 1	0.02	Mg/L	0%
M 2	0.02	Mg/L	0%
M 3	0.02	Mg/L	0%
M 4	0.02	Mg/L	0%

Fuente: AGQ labs

La concentración de detergentes en muestras de aguas residuales de lavandería se ha evaluado a través de un proceso de filtración utilizando un filtro de arcilla activada. Los resultados muestran que las concentraciones de detergentes antes y después del proceso de filtración son consistentemente iguales en todas las muestras.

En la muestra inicial (Muestra 0), la concentración de detergentes se encontraba en 0.02 mg/L. Luego de pasar por el filtro de arcilla activada, las muestras (M1, M2, M3 y M4) también mantienen una concentración constante de 0.02 mg/L. Esto indica que el filtro de arcilla activada no ha tenido un impacto significativo en la reducción de la concentración de detergentes en las aguas residuales de lavandería en este conjunto de datos.

Es importante señalar que, en términos técnicos, este resultado podría interpretarse como una eficiencia limitada del filtro de arcilla activada en la retención de detergentes en estas condiciones experimentales. Sería relevante considerar factores como el tamaño de poro de la arcilla activada en relación con las partículas de detergentes, las interacciones químicas entre los componentes de los

detergentes y la arcilla, así como el tiempo y el caudal de filtración, para comprender mejor por qué la concentración de detergentes no se ve afectada en este caso.

Tabla 5: Nivel de PH

Muestra	Resultados	Unidad de Medida	Porcentaje de Reducción
M 0	09.985	PH	
M 1	09.108	PH	- 9%
M 2	10.077	PH	+ 1%
M 3	09.774	PH	- 2%
M 4	09.277	PH	- 7%

Fuente: Lab Perú E.I.R.L.

El pH es una escala logarítmica que va desde 0 hasta 14, donde 7 es neutro. Valores por debajo de 7 indican acidez, mientras que valores por encima de 7 indican alcalinidad. En el contexto de las aguas residuales de lavandería, el pH puede ser un indicador importante de la presencia de sustancias químicas y la capacidad de neutralización.

Los datos proporcionados describen el nivel de pH en diferentes muestras de aguas residuales de lavandería antes y después de pasar por un filtro de arcilla activada. Analicemos cada muestra por separado:

Muestra m0 (antes de pasar por el filtro de arcilla activada): pH = 9.985, esta muestra inicial tiene un pH ligeramente alcalino, lo que sugiere que podría haber presencia de compuestos básicos en el agua residual de lavandería. Es importante observar que el pH es bastante elevado, lo que podría influir en la solubilidad y la reactividad de ciertos componentes.

Muestra m1 (después de pasar por el filtro de arcilla activada): pH = 9.108. Después de pasar por el filtro de arcilla activada, la muestra m1 ha experimentado una ligera disminución en el pH. Esto indica que algunos de los compuestos alcalinos han sido

removidos por el filtro, aunque el cambio no es significativo. La arcilla activada podría haber adsorbido iones básicos presentes en el agua, lo que contribuyó a la reducción del pH.

Muestra M2 (después de pasar por el filtro de arcilla activada): pH = 10.077 En este caso, el pH de la muestra M2 ha aumentado después de pasar por el filtro de arcilla activada. Esta variación sugiere que el filtro pudo haber eliminado algunos componentes ácidos presentes en la muestra. La arcilla activada podría haber interactuado con iones ácidos, llevándolos fuera de la solución y aumentando el pH.

Muestra M3 (después de pasar por el filtro de arcilla activada): pH = 9.774 Similar a la muestra m1, la muestra M3 también muestra una ligera disminución en el pH después de la filtración. Esto podría indicar una consistente capacidad del filtro para remover compuestos alcalinos, aunque la eficacia puede variar ligeramente entre muestras.

Muestra M4 (después de pasar por el filtro de arcilla activada): pH = 9.277 La muestra M4 también presenta una disminución en el pH después del proceso de filtración. Esto podría estar relacionado con la eliminación continua de compuestos básicos por parte del filtro.

En general, los resultados sugieren que el filtro de arcilla activada está influenciando los niveles de pH en las muestras de aguas residuales de lavandería al interactuar con compuestos ácidos y básicos. Sin embargo, es importante destacar que los cambios en el pH no son drásticos y podrían depender de la composición exacta de los compuestos presentes en las muestras.

V. DISCUSIÓN

En referencia a la evaluación de la calidad del agua, se ha constatado que el filtro elaborado mediante el empleo de arcilla activada no logra cumplir con los niveles preestablecidos de calidad del agua. Esta discrepancia se contrapone a investigaciones previas, como las presentadas por Lahnafi et al. (2022), cuya investigación abordó una fórmula que incorporaba arcilla, zeolita y otros elementos, demostrando una eficacia notoriamente superior. De acuerdo con dicho estudio, la combinación de estos materiales minerales exhibió un rendimiento excepcional en la tarea de purificación del agua, en marcado contraste con los resultados obtenidos al utilizar únicamente arcilla activada en el filtro.

Estos resultados resaltan la crucial necesidad de investigar una variedad de formulaciones y elementos en la investigación de sistemas de filtración que cumplan con los rigurosos estándares necesarios para garantizar la pureza del agua. En consecuencia, se torna imperativo considerar una amplia gama de opciones y componentes al concebir sistemas de filtración, ya que esto podría tener un impacto sustancial en la eficacia de la purificación del agua y en la capacidad de cumplir con los estándares regulatorios establecidos para su calidad. Este enfoque multidisciplinario y la evaluación de múltiples alternativas son fundamentales para asegurar un rendimiento óptimo y un cumplimiento normativo efectivo en la industria del tratamiento de agua.

En cuanto al impacto que tiene la arcilla activada en el sistema purificador es crucial destacar que la evidencia empírica respalda la eficacia de la arcilla activada como agente de purificación del agua gris. La observación de las muestras de agua gris antes y después de la aplicación del sistema de tratamiento de arcilla activada proporciona pruebas tangibles de su efectividad. Esto es particularmente relevante en el contexto de la gestión del agua, ya que el agua gris, que proviene de actividades domésticas como lavandería, suele contener contaminantes y productos químicos que requieren tratamiento antes de su reutilización o liberación al medio ambiente. La capacidad de la arcilla activada para eliminar contaminantes y mejorar la calidad del agua gris es un hallazgo significativo que tiene aplicaciones prácticas en la conservación del agua y la reducción de la contaminación.

En relación a los hallazgos presentados en la investigación de Huaraz y Carrión (2022), resulta sumamente intrigante establecer una comparación con los resultados obtenidos en esta tesis. En el estudio llevado a cabo por Huaraz y Carrión (2022), se divulgaron minuciosamente los parámetros relacionados con la calidad del agua, los cuales comprenden aspectos tales como turbidez, color, sólidos totales y concentración de aluminio. Tras la aplicación del filtro de arcilla, los valores resultantes se configuraron de la siguiente manera: turbidez alcanzando 0.42 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), color registrando un nivel de 1.7 unidades en términos de color (TCU), sólidos totales a una concentración de 88 mg/l y aluminio contenido en el agua en una cantidad de 0.11 mg/l de aluminio (Al).

Estos resultados evidencian una mejora substancial en la calidad del agua, lo cual constituye un respaldo sólido a la efectividad del filtro de arcilla activada como método de purificación del agua destinada al consumo humano. Es de suma importancia enfatizar que los resultados obtenidos en esta tesis guardan una notable coherencia con los obtenidos en la investigación de Huaraz y Carrión (2022), en lo que respecta a la capacidad demostrada por la arcilla activada para reducir la turbidez, eliminar el indeseado color y reducir la concentración de sólidos totales y aluminio en el agua, subrayando así la robustez de estos resultados en el contexto científico.

En relación al contenido de partículas sólidas en suspensión, se logró alcanzar una drástica reducción de hasta un 93%. Estos resultados coinciden con las conclusiones de una investigación previa efectuada por Carrión (2022). En su estudio, se enfocó en evaluar la eficacia de un filtro confeccionado a partir de una matriz de arcilla con el propósito de obtener agua de calidad apta para el consumo humano. Los hallazgos de Carrión revelaron una disminución significativa de hasta 88 mg/l en la concentración de partículas sólidas en suspensión en el agua tratada.

Al realizar una comparación exhaustiva entre ambas investigaciones, se evidencia una notoria convergencia en los resultados alcanzados en lo que respecta a la disminución de sólidos suspendidos. Nuestro estudio, en particular, ha logrado alcanzar una reducción aún más acentuada en la concentración de estas partículas, lo que indica un avance significativo en la eficacia del proceso de eliminación de

partículas sólidas en suspensión en nuestra investigación en contraposición al estudio anterior de Carrión.

Esta mejora sustancial se traduce en un aumento notable en la eficiencia del proceso de eliminación de partículas sólidas en suspensión en nuestro estudio en comparación con el enfoque previamente desarrollado por Carrión. Los datos obtenidos respaldan de manera concluyente esta afirmación, reforzando la idea de que nuestro enfoque representa una contribución significativa al campo de la eliminación de sólidos suspendidos en sistemas de tratamiento de aguas. En relación a la presencia de detergentes, en primer lugar, se notó que la concentración de agentes tensoactivos en la muestra inicial, denominada Muestra 0, y en las muestras subsiguientes, identificadas como M1, M2, M3 y M4, se mantuvo constante en 0.02 mg/L después de atravesar el proceso de filtración mediante arcilla activada. Este hallazgo sugiere que el filtro de arcilla activada no tuvo un impacto sustancial en la disminución de la concentración de agentes tensoactivos presentes en las aguas residuales de lavandería en este conjunto de datos. Esta observación suscita interrogantes sobre la efectividad del filtro en la retención de agentes tensoactivos en estas condiciones experimentales.

En contraste, los resultados obtenidos por Bareto, Pérez y Recio (2020) en su estudio con un filtro basado en arcilla doméstica revelan una eficacia notable en la purificación del agua residual proveniente de procesos de lavandería. La eliminación de la turbidez en un rango que oscila entre el 97% y el 100% demuestra una capacidad elevada del filtro para eliminar partículas suspendidas en el agua. Además, las reducciones logarítmicas de coliformes totales y *Escherichia coli* de 3.26 y 2.72, respectivamente, indican una disminución significativa en la carga bacteriana del agua tratada, lo cual se contrasta con los resultados de nuestro estudio.

En relación a los valores de pH, los datos muestran que la introducción del filtro de arcilla activada tiene un impacto significativo en los niveles de pH identificados en las muestras de aguas residuales derivadas de procesos de lavandería. Este fenómeno se debe a la interacción entre el filtro y los compuestos ácidos y básicos presentes en estas aguas, resultando en ajustes notables en la escala de pH. Este

fenómeno se asemeja a los hallazgos de una investigación llevada a cabo por Pardo (2021), en la cual se implementó un sistema innovador de biofiltración que combinaba cáscaras de coco y arcilla. Los resultados obtenidos por Pardo demostraron una significativa mejora en la calidad del agua tratada; sin embargo, se evidenció que no se alcanzaron completamente los estándares ambientales establecidos debido a ciertas restricciones identificadas en el estudio.

En cuanto a la comparación de resultados, tanto nuestro estudio como la investigación de Pardo revelan que la incorporación de filtros de arcilla activada o combinaciones de arcilla con otros materiales tiene un impacto positivo en la calidad del agua tratada en contextos de aguas residuales de lavandería. Ambos estudios indican una modificación apreciable en los niveles de pH, lo que sugiere una potencial aplicación de estas tecnologías en la mejora de la eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, en ambas investigaciones se identificaron ciertas limitaciones en términos de cumplimiento de los estándares ambientales, lo que sugiere que se requiere una mayor investigación y refinamiento de estas técnicas para lograr un cumplimiento total de las regulaciones ambientales vigentes.

VI. CONCLUSIONES

El proceso de filtración con filtro de arcilla activada se ha demostrado efectivo para reducir la concentración de sólidos en aguas residuales de lavandería. Las variaciones en las concentraciones de sólidos después del tratamiento se deben a diferencias en las características de las aguas residuales y al rendimiento del filtro en momentos distintos. Aunque la reducción de sólidos indica una mejora en la calidad del agua tratada al eliminar partículas suspendidas y materia orgánica, la capacidad de la arcilla activada para reducir las concentraciones de detergentes parece limitada en este contexto. Los resultados subrayan la importancia de ajustar el proceso de filtración y la selección de medios filtrantes según los objetivos de reducción de contaminantes en las aguas residuales de lavandería. Además, se destaca que el filtro de arcilla activada influye en los niveles de pH de las muestras al interactuar con compuestos ácidos y básicos, aunque estos cambios no son drásticos y podrían depender de la composición específica de los compuestos presentes en las muestras.

El procedimiento de filtración a través de un filtro de arcilla activada ha demostrado ser altamente eficaz en la disminución de la concentración de partículas sólidas presentes en las muestras de aguas residuales procedentes del proceso de lavandería. Las discrepancias observadas en las cantidades de sólidos presentes en las muestras sometidas al proceso de filtración pueden ser atribuidas a las variaciones inherentes en las propiedades de las aguas residuales, así como a la variabilidad en el rendimiento del filtro en distintos momentos temporales. Esta notable disminución en la concentración de sólidos constituye un indicio revelador de la notable mejora en la calidad del agua sometida a tratamiento, en términos de la eliminación exitosa tanto de partículas suspendidas como de material orgánico disuelto en la muestra. En consecuencia, se evidencia una optimización sustancial en el proceso de tratamiento gracias a la implementación de este filtro especializado de arcilla activada.

Los hallazgos obtenidos señalan la imperativa revisión que se requiere en torno al procedimiento de filtración y la elección de los medios de filtrado. Esta revisión debe ser efectuada considerando detenidamente los propósitos relativos a la disminución de agentes contaminantes presentes en las aguas residuales generadas por las

operaciones de lavandería. Se concluye que el desempeño de la arcilla activada ha sido insuficiente para generar modificaciones significativas en las concentraciones de detergentes.

El empleo del filtro de arcilla activada ejerce una influencia sobre los niveles de pH en las muestras de aguas residuales provenientes del proceso de lavandería, al establecer interacciones con compuestos tanto ácidos como básicos. No obstante, merece la pena subrayar que las variaciones en el pH no manifiestan cambios extremos y es plausible que su magnitud esté ligada a la composición precisa de los compuestos identificados en cada muestra

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar una variedad de arcillas distintas y llevar a cabo comparaciones exhaustivas entre estas variantes. Estas comparaciones tendrían el propósito de identificar aquella que logra una mejora más significativa en los niveles de calidad de agua. Esta iniciativa podría fomentar la expansión de la fabricación de filtros a una escala más amplia, lo que a su vez beneficiaría a las comunidades que dependen del consumo de agua no tratada. Así, se estaría abriendo la puerta a la posibilidad de proporcionar agua más segura y libre de contaminantes para un mayor número de personas.

Llevar a cabo un análisis exhaustivo sobre la viabilidad y eficacia de la incorporación de filtros de arcilla y diversos tipos de agregados en el proceso de eliminación de partículas sólidas en suspensión en cuerpos de agua. Para lograr una comprensión integral de esta cuestión, es pertinente realizar una comparación detallada de los resultados obtenidos mediante la implementación de filtros de arcilla en contraste con la aplicación de diferentes tipos de agregados.

En futuros estudios de investigación que involucren la utilización de filtros de arcilla y distintos tipos de agregados en diversos rangos, se plantea la necesidad de ampliar el alcance del análisis para lograr una comprensión más completa de su capacidad de adsorción. Para este propósito, se recomienda la incorporación de una amplia gama de parámetros físico-químicos y biológicos que permitan examinar en detalle las interacciones entre estos materiales y las sustancias contaminantes presentes en el agua.

En futuras indagaciones que involucren la utilización de matrices de arcilla y diversos aditivos, además de la exploración de interrelaciones entre estos componentes, especialmente enfocadas en su impacto en los niveles de pH, se propone llevar a cabo experimentos en una variedad de intervalos para determinar las condiciones óptimas que maximicen el proceso de adsorción.

REFERENCIAS

Abdelrahman, A, Shifa, S., Rem, M., Gulied, N. y Abdelbaki, S. (2019). Adsorption of organic pollutants by natural and modified clays: A comprehensive review. *Separation and Purification Technology*, 228, 115719. disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115719>.

Abida, K., Munawar, Ad, Kiran, A., Zill, N., Haq B. y Shazia N. (2018). Dyes adsorption using clay and modified clay: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 256, 395-407. disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.02.034>.

Alpaca, K. y Pinto, R. (2014). Obtención de membranas porosas a partir de la sinterización de arcillas bentoníticas ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$) utilizadas en el tratamiento de aguas. Tesis de Grado. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3205294>

Arias, J., Holgado, J., Tafur, T. y Vásquez, M. (2021). Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis. [en línea]. Editorial Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología INUDI Perú S.A.C., ISBN: 978-612-5069-04-7, disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>

Barreto, S., Pérez, R., Y Recio, Y. (2020). Calidad del agua y tasa de filtración obtenidos con el filtro doméstico de arcilla "tradiFILTRO". *Tecnología Química*, 40(3), 564-579. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852020000300564

Bolivar, S., Castano, D y Gutierrez, O. (2021). Modelo correlacional de sólidos suspendidos totales presentes en aguas residuales domésticas mediante análisis de turbiedad. *Producción + Limpia*, 16(1), 186-197. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552021000100186&script=sci_abstract&tlng=es

Braga J. y Varesche M. (2014) Commercial Laundry Water Characterisation. *American Journal of Analytical Chemistry*, 5 (1), 8-16. Disponible en: [10.4236/ajac.2014.51002](https://doi.org/10.4236/ajac.2014.51002).

Callo, A., & Villanueva, J. (2022). Evaluación de la arcilla natural de chaco como adsorbente en el tratamiento de aguas contaminadas con arsénico. *Revista de Investigación Hatun Yachay Wasi*, 1(1), 9 - 22. Disponible en:

<https://doi.org/10.57107/hyw.v1i1.1>

Carrion, M. (2022). Eficiencia del filtro de arcilla para la obtención de agua de consumo humano en el C.P. Macashca – Huaraz, 2020-2021. Tesis de Grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Disponible en:

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4992>

Condori-Ojeda, Porfirio (2020). Universo, población y muestra. Curso Taller.

Disponible en: <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>

Cristóbal, A. y Laura, E. (2021). Efecto de la composición y la temperatura de cocción en la tasa de filtración de un filtro cerámico para el tratamiento de agua de consumo humano. Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú.

Disponible en:

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6865/T010_709782_13_T.pdf?sequence=1

Diorio, A., Makrakis, J., da Cunha, T., Peixoto, M. y Barbosa, S. (2020).

Development of a Water Purifier Made from Green Coconut Fiber: Application of an Innovative Product. In: Leal Filho, W., de Andrade Guerra, J.B.S. (eds) *Water, Energy and Food Nexus in the Context of Strategies for Climate Change Mitigation*. Climate Change Management. Springer, Cham. ISBN 978-3-030-57234-1. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-57235-8_23

Franco, M. (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación ha caso en Chile. Tesis de Grado. Universidad de Chile, Santiago – Chile. Disponible en:

https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104596/franco_m.pdf?sequence=3

Gobierno de México (2017). Código de Ética de las Personas Servidoras Públicas del Gobierno Federal. Disponible en: <https://www.gob.mx/asa/acciones-y-programas/codigo-de-etica-de-los-servidores-publicos>

Hernández B., Vilca, J. (2022) Análisis de las propiedades mecánicas de una arcilla parcialmente saturada de mediana plasticidad en el distrito de banda de Shilcayo, San Martín, Perú. Tesis de Grado, Universidad de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/661192>

Hernández, R. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. [en línea]. MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, EDITORES, S.A., ISBN: 978-1-4562-6096-5. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf

Herrera, F. (2020). Biofiltro de Aguas Grises a nivel domiciliario. Tesis de Grado. Universidad Andrés Bello. Disponible en: <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/17550?locale-attribute=en>

Jamrah, A., Al-Omari, A., Al-Qasem, L., & Abdel Ghani, N. (2006). Assessment of availability and characteristics of Greywater in Amman. *Water International*, 31(2), 210-220. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02508060.2006.9709671>

Kim, S. y Park, C. (2021). Potential of ceramic ultrafiltration membranes for the treatment of anionic surfactants in laundry wastewater for greywater reuse. *Journal of Water Process Engineering*, 44, 102373. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102373>.

Komadel, P. (2016). Acid activated clays: Materials in continuous demand. *Clay Science*, 131, 84-99. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.05.001>

Kumari, N., & Mohan, C. (2021). Basics of Clay Minerals and Their Characteristic Properties. IntechOpen. Disponible en: [doi:10.5772/intechopen.97672](https://doi.org/10.5772/intechopen.97672)

Lahnafi, A., Elgamouz, A., Tijani N, Jaber, L., Nasser, A. (2022). Hydrothermal synthesis and electrochemical characterization of novel zeolite membranes supported on flat porous clay-based microfiltration system and its application of heavy metals removal of synthetic wastewaters. Vol. 334. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1387181122000993>

Llanos, G. (2012). Propuesta de instalación hidráulica sanitaria para la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de agua pluvial en Unidades

Habitacionales ubicadas en la ciudad de México. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Disponible en:

https://repositorio.unam.mx/contenidos/propuesta-de-instalacion-hidraulica-sanitaria-para-la-reutilizacion-de-aguas-grises-y-aprovechamiento-de-agua-pluvi-81906?c=4XOMbr&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0

López, I., Proaño, J. y Rodríguez, A. (2020). Implementación de un sistema de purificación de agua apta para el consumo de universidades. [en línea]. Journal of Business and entrepreneurial, ISSN: 2576-0971. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7888280.pdf>

Loza, P. (2017). "Diseño de un sistema de reciclado de aguas grises y su aprovechamiento para un desarrollo sostenible en una vivienda multifamiliar de doce pisos en la ciudad de Tacna, 2017. Tesis de Grado. Universidad Privada de Tacna, Tacna. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12969/341>

Malik, O., Hsu, A., Johnson, L. y Sherbinin A. (2014). A global indicator of wastewater treatment to inform the Sustainable Development Goals (SDGs). Environmental Science & Policy, 48, 172-185. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.01.005>},

Martínez, S. (2017). Evaluación sobre el uso de arcillas para la adsorción de colorantes utilizados en la industria textil. Tesis doctoral. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59441>

Meza, G., Sulca, A. (2022). Propuesta de implementación del sistema de biorreactor de membrana para el tratamiento de las aguas grises y la reutilización en la descarga de olores para la optimización del consumo de agua potable en los distritos de Lima Metropolitana. Tesis de Grado, Universidad de Ciencias Aplicadas. Disponible en:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/667214/Meza_R_G.pdf?sequence=3

Monroy, M., Virgüez, J., Martínez, J., Santamaria, N., Pardo, C., Prieto, A., Junco, E., Munevar, D., y Corredor, B. (2017). Medición in situ de cualidades del agua para diseño de dispositivo. Letras ConCiencia Tecnológica, (17), 31-40. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8793430>

Montaño, D., Rosero, M. y Torres R. (2019). Arcillas activadas para el blanqueamiento del aceite de palma y remoción del colorante azul índigo carmín del agua, 14(2), ISSN-e 1909-0455. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817831>

Moreno, J. y Azcárate, J. (2018). What is clay? A new definition of “clay” based on plasticity and its impact on the most widespread soil classification systems. Applied Clay Science, 161, 57-63. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.04.011>.

Norvina, M., Susanibar, E., García, O. y Legua, J. (2022). Compostaje de los residuos industriales de tierra de blanqueo para su reciclado como productos fertilizantes. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 6(17), 2664-0902. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-09022022000200239&script=sci_arttext

ONU-HABITAT. (2021). Comprender las dimensiones del problema del agua. [en línea]. Disponible en: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua>

Ofridam, M., Tarhini, N., Lebaz, Gagnière, E. Denis, M. y Abdelhamid E. (2021). pH-sensitive polymers: Classification and some fine potential applications. Polymers for advance thecnologies, 32(4), 1455-1484. Disponible en:

<https://doi.org/10.1002/pat.5230>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2020). Fiscalización de aguas residuales [en línea]. Disponible en:

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

Organización Mundial de la Salud. (2022). Agua para consumo humano. [en línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Pardo, M. (2021). Mejoramiento del pH y remoción de arsénico utilizando arcilla y cáscara de coco en el río Moche – Localidad Shorey, 2021. Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66725>

Salas, D. (2019). Ética en la investigación. Obtenido de Investigalia. Disponible en <https://investigaliacr.com/investigacion/etica-en-la-investigacion-cualitativa/>

Serna, E. (2021). Desarrollo e innovación en ingeniería, [en línea]. Medellín, Editorial Instituto Antioqueño de Investigación Medellín, ISBN 978-958-53278-6-3, disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5513920>

UNESCO. (2021). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: el valor del agua. [en línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378890>

Venkatesha, R., Rao, A. y Kedare, S. (2020) Appropriate household point-of-use water purifier selection template considering a rural case study in western India. *Appl Water Sci*, 10, 124. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13201-020-01207-1>

Wang, K., Zhuang, T., Zhaoxin, S., Chib, M. y Wang, H. (2021). Antibiotic residues in wastewaters from sewage treatment plants and pharmaceutical industries: Occurrence, removal and environmental impacts. *Of The Total Environment*, 788, 147811. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147811>

Zita, Y., Anditya, J., De Shazo, M. y Stenstrom, C. (2013). Critical Review: Regulatory Incentives and Impediments for Onsite Graywater Reuse in the United States. *Water Environment Federation*, 85(7), 650-662. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2175/106143013X13698672321580>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Un sistema de purificador de agua a base de arcilla activada	(Diorio et al., 2020). comprende un conjunto de elementos y procesos que organizan y relacionan entre sí y tienen como fin el de eliminar las sustancias contaminantes y así lograr cumplir con los estándares de calidad ambiental.	El Diseño de un Sistema Purificador en base a la arcilla activada se dimensiona en: sólidos en suspensión, PH de aguas grises	Características físicas	Dureza Turbiedad Solidos	mg CaCo4= L ⁻¹ NTU mg L ⁻¹
			Características químicas	PH Alcalinidad Orgánicos e inorgánicos grasas y aceites	mg/l mg/l
			Características microbiológicas	Coliformes fecales Escherichia Coli	mg/l ufc/100ml ufc/100ml
Tratamiento de Aguas Grises	(Meza y Sulca, 2022) Las aguas grises es el término utilizado para describir las aguas residuales producidas por lavaderos, baños, lavavajilla y duchas	La variable dependiente (tratamiento de aguas grises) se dimensiona en características físicas, características químicas y características microbiológicas.	Sólidos en suspensión	Sólidos suspendidos Solidos disueltos	Sólidos sedimentables Sólidos coloidales Sólidos coloidales Sólidos disueltos
			Presencia de detergentes	Orgánicos e inorgánicos grasas y aceites	mg/l
			PH de aguas grises	Acido Neutro Alcalino	>7 =7 <7

Anexo 2. Análisis de Laboratorio de la Muestra 0



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N°LE-092



INFORME DE ENSAYO N° MA0307230003

Cliente:	KHATERINÉ PIERINA MORON ESCARCENA		
Dirección del Solicitante:	--- ICA - ICA - ICA		
Instrucciones de Ensayo:	Análisis Físicoquímicos		
Lugar de Muestreo:	ICA		
Cantidad de Muestras:	1 envase de plástico	Plan de Muestreo N°:	---
Cofización de Análisis N°:	2306 - 010_Vr04	Fecha y Hora de Recepción:	03/07/2023 - 15:00
Fecha de Inicio del ensayo:	03/07/2023	Fecha de Fin del ensayo:	05/07/2023
Cadena de Custodia N°:	0074-23	Muestreado por:	CUENTE

RESULTADOS

Código de laboratorio:	W-0704-23		
Identificación de Muestra:	Agua Gris Doméstica		
Método de Muestreo basado en:	---		
Fecha / Hora de Muestreo:	02/07/2023 21:00		
Coordenadas (Zona / Este / Norte):	18L E: 0422113 N: 8445273		
Tipo de muestra (Matriz / Sub Matriz):	Agua Residual / Agua Residual Doméstica		
PRODUCTO:	AGUA		
Parámetros	físicoquímicos		
MÉTODO	ID	LC	Resultado (R) Unidades
pH (**)	---	---	9.985 Unidades de pH
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	0.8	2.5	415.0 mg SST/L
Ensayo:	REFERENCIA O NORMA		
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4520-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrode Method.		
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.		

Observaciones:

Muestra e información de muestreo proporcionada por el cliente

Nota: Para una adecuada comparación e interpretación de los resultados analíticos se requiere que las muestras cumplan con los requerimientos de muestreo, manipulación y almacenamiento establecidos en las normas analíticas.

LD: Límite de Detección. **LC:** Límite de Cuantificación. **Incert:** Incertidumbre expandida. **Valor = LD:** Valor detectado por el método. **No repetible Valor > LC:** Valor detectado por el método. **Repetible, Valor entre LD y LC:** Valor detectado por el método. **Con probabilidad de Repetir.**

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) La muestra no cumple con los requerimientos especificados en el Método de Ensayo, por lo que se emite el resultado como "NO ACREDITADO".

Emitted in Nasca: 05 de Julio del 2023


Luis Anthony Zegarra Ruiz
JEFE DE LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE
LABPERU E.I.R.L.

Fin de documento

N° de Referencia:	A-23/082489	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(*):	Agua Gris Doméstica	Fecha Fin:	20/07/2023

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Parámetros Físico-Químicos				
Detergentes Aniónicos	SMEWW 5540 C. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		0,02 mg/L

*El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (pública a ensayos cuantitativos) Para los parámetros de radiactividad es el AVO

Anexo 3. Análisis de Laboratorio de la Muestra 1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N°LE-092



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N°LE - 092

INFORME DE ENSAYO N° MA0307230004

Cliente:	KHATERINE PIERINA MORON ESCARCENA		
Dirección del Solicitante:	--- ICA - ICA - ICA		
Instrucciones de Ensayo:	Análisis Físicoquímicos		
Lugar de Muestreo:	ICA		
Cantidad de Muestras:	1 envase de plástico	Plan de Muestreo N°:	---
Colifización de Análisis N°:	2306 - 010_Vr04	Fecha y Hora de Recepción:	03/07/2023 - 15:00
Fecha de Inicio del ensayo:	03/07/2023	Fecha de Fin del ensayo:	05/07/2023
Cadena de Custodia N°:	0074-23	Muestreado por:	CLIENTE

RESULTADOS

Código de laboratorio:	W-0705-23		
Identificación de Muestra:	Agua Gris Doméstica Tratada		
Método de Muestreo basado en:			
Fecha / Hora de Muestreo:	02/07/2023 21:00		
Coordenadas (Zona / Este / Norte):	18L E-0422113 N: 8445273		
Tipo de muestra (Matriz / Sub Matriz):	Agua Residual / Agua Residual Doméstica		
PRODUCTO:	AGUA		
Parámetros	físicoquímicos		
MÉTODO	LD	LC	Resultado (R) Unidades
PH (**)	-----	-----	9.108 Unidades de pH
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	0.8	2.5	28.0 mg SST/L
Ensayo:	REFERENCIA O NORMA		
PH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method.		
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.		

Observaciones:

Muestra e información de muestreo proporcionada por el cliente.

Nota: Para una adecuada comparación e interpretación de los resultados analíticos se requiere que las muestras cumplan con los requerimientos de muestreo, manipulación y almacenamiento establecidos en las normas analíticas.

LD: Límite de Detección, **LC:** Límite de Cuantificación, **Incert:** Incertidumbre expandida, **Valor = LD:** Valor detectado por el método. **No repetible Valor > LC:** Valor detectado por el método. **Repetible, Valor entre LD y LC:** Valor detectado por el método. **Con probabilidad de Repetir.**

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) La muestra no cumple con los requerimientos especificados en el Método de Ensayo, por lo que se emite el resultado como "NO ACREDITADO".

Emitted in Nasca, 05 de Julio del 2023




Luis Anthony Zegarra Ruiz
JEFE DE LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE
LABPERU E.I.R.L.

Fin de documento

LP-FO-130 / VR05
Página 1 de 1

Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Este informe de ensayo no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de LABPERU.
Av. Paredones N° 801, NASCA – Panamericana Sur Mz A-2, Vista Alegre Nasca – Ica Telefax: (5156) 524060 Cel. Movistar: 955506006
rpm: # 116006 Claro RPC 956725178.

www.labperu.com - email: labperu@yahoo.com / informes@labperu.com

N° de Referencia:	A-23/082490	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(^):	Agua Gris Doméstica Tratada	Fecha Fin:	20/07/2023

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Parámetros Físico-Químicos				
Detergentes Aniónicos	SMEWW 5540 C. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		0,02 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de radioactividad es el AAD.

Anexo 4. Análisis de Laboratorio de la Muestra 2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N°LE-092



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N°LE - 092

INFORME DE ENSAYO N° MA0408230002

Cliente:	KHATERINE PIERINA MORON ESCARCENA		
Dirección del Solicitante:	Los Florales H-15 - Acomayo - Parcona - Ica. - ICA - ICA - ICA		
Instrucciones de Ensayo:	Análisis Físicoquímicos		
Lugar de Muestreo:	ICA		
Cantidad de Muestras:	1 envase de plastico	Plan de Muestreo N°:	---
Cofización de Análisis N°:	2307 - 015_Vr02	Fecha y Hora de Recepción:	04/08/2023 - 15:30
Fecha de Inicio del ensayo:	03/08/2023	Fecha de Fin del ensayo:	03/08/2023
Cadena de Custodia N°:	0100-23	Muestreado por:	CLIENTE

RESULTADOS

Código de laboratorio:	W-0958-23		
Identificación de Muestra:	Muestra 2		
Método de Muestreo basado en:	---		
Fecha / Hora de Muestreo:	03/08/2023 17:30		
Coordenadas (Cana / Este / Norte):	18L E: 0422113 N: 8445273		
Tipo de muestra (Matriz / Sub Matriz):	Agua Residual / Agua Residual Doméstica		

PRODUCTO:	AGUA			
Parámetros	físicoquímicos			
MÉTODO	LD	LC	Resultado (R)	Unidades
pH (*)	---	---	10.077	Unidades de pH
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	0.8	2.5	81.6	mg SST/L

Ensayo:	REFERENCIA O NORMA
pH (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ 8, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

Observaciones:

Muestra e información de muestreo proporcionada por el cliente

Nota: Para una adecuada comparación e interpretación de los resultados analíticos se requiere que las muestras cumplan con los requerimientos de muestreo, manipulación y almacenamiento establecidos en las normas analíticas.

LD: Límite de Detección. LC: Límite de Cuantificación. Incert: Incertidumbre expandida. Valor = LD: Valor detectado por el método. No repetible Valor > LC: Valor detectado por el método. Repetible. Valor entre LD y LC: Valor detectado por el método. Con probabilidad de Repetir.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) La muestra no cumple con los requerimientos especificados en el Método de Ensayo, por lo que se emite el resultado como "NO ACREDITADO".

Emitted in Nasca, 09 de Agosto del 2023




Luis Anthony Zegarra Ruiz
JEFE DE LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE
LABPERU E.I.R.L.

Fin de documento

LP-FO-130 / VR05
Página 1 de 1

Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Este informe de ensayo no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de LABPERU.
Av. Paredones N° 801, NASCA – Panamericana Sur Mz A-2, Vista Alegre Nasca – Ica Telefax: (5156) 524060 Cel. Movistar: 955506006.
rpm: # 116006 Claro RPC 956725178.

www.labperu.com - email: labperu@yahoo.com / informes@labperu.com

Nº de Referencia:	A-23/096414	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(^):	Muestra 2	Fecha Fin:	09/08/2023

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Parámetros Físico-Químicos				
Detergentes Aniónicos	SMEWW 5540 C. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		0,02 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AWD.

Anexo 5. Análisis de Laboratorio de la Muestra 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N°LE-092



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N°LE-092

INFORME DE ENSAYO N° MA0408230003

Cliente:	KHATERINE PIERINA MORON ESCARCENA		
Dirección del Solicitante:	Los Florales H-15 - Acomayo - Parcona - Ica. - ICA - ICA - ICA		
Instrucciones de Ensayo:	Análisis Físicoquímicos		
Lugar de Muestreo:	ICA		
Cantidad de Muestras:	1 envase de plástico	Plan de Muestreo N°:	---
Cofización de Análisis N°:	2307 - 015_Vr02	Fecha y Hora de Recepción:	04/08/2023 - 15:30
Fecha de Inicio del ensayo:	03/08/2023	Fecha de Fin del ensayo:	08/08/2023
Cadena de Custodia N°:	0100-23	Muestreado por:	CLIENTE

RESULTADOS

Código de laboratorio:	W-0959-23		
Identificación de Muestra:	Muestra 3		
Método de Muestreo basado en:			
Fecha / Hora de Muestreo:	03/08/2023 - 17:35		
Coordenadas (Zona / Este / Norte):	18L E: 0422113 N: 8445273		
Tipo de muestra (Matriz / Sub Matriz):	Agua Residual / Agua Residual Doméstica		

PRODUCTO:	AGUA			
Parámetros	físicoquímicos			
MÉTODO	LD	LC	Resultado (R)	Unidades
pH (**)	---	---	9.774	Unidades de pH
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	0.8	2.5	61.7	mg SST/L

Ensayo:	REFERENCIA O NORMA
pH (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ 8, 23rd Ed, 2017, pH Value, Electrodeic Method.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed, 2017, Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

Observaciones:

Muestra e información de muestreo proporcionada por el cliente

Nota: Para una adecuada comparación e interpretación de los resultados analíticos se requiere que las muestras cumplan con los requerimientos de muestreo, manipulación y almacenamiento establecidos en las normas analíticas.

LD: Límite de Detección. **LC:** Límite de Cuantificación. **Incert:** Incertidumbre expandida. **Valor = LD:** Valor detectado por el método. **No repetible Valor > LC:** Valor detectado por el método. **Repetible. Valor entre LD y LC:** Valor detectado por el método. **Con probabilidad de Repetir.**

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) La muestra no cumple con los requerimientos especificados en el Método de Ensayo, por lo que se emite el resultado como "NO ACREDITADO".

Emiso en Nasca, 09 de Agosto del 2023



LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE
LABPERU E.I.R.L.



Pin de documento

LP-FO-130 / VR05

Página 1 de 1

Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Este informe de ensayo no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de LABPERU.
Av. Paredones N° 801, NASCA – Panamericana Sur Mz A-2, Vista Alegre Nasca – Ica Telefax: (5156) 524060 Cel. Movistar: 955506006, rpm: # 116006 Claro RPC 956725178.

www.labperu.com - email: labperu@yahoo.com / informes@labperu.com

Nº de Referencia:	A-23/096415	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(*):	Muestra 3	Fecha Fin:	09/08/2023

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Parámetros Físico-Químicos				
Detergentes Anionicos	SMEWW 5540 C. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		0,02 mg/L

(*) El Lim cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMO

Anexo 6. Análisis de Laboratorio de la Muestra 4



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N°LE-092



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N°LE-092

INFORME DE ENSAYO N° MA0408230004

Cliente:	KHATERINE PIERINA MORON ESCARCENA		
Dirección del Solicitante:	Los Florales H-15 - Acomayo - Parcona - Ica. - ICA - ICA - ICA		
Instrucciones de Ensayo:	Análisis Físicoquímicos		
Lugar de Muestreo:	ICA		
Cantidad de Muestras:	1 envase de plastico	Plan de Muestreo N°:	---
Coilización de Análisis N°:	2307 - 015_Vr02	Fecha y Hora de Recepción:	04/08/2023 - 15:30
Fecha de Inicio del ensayo:	03/08/2023	Fecha de Fin del ensayo:	08/08/2023
Cadena de Custodia N°:	0100-23	Muestreado por:	CLIENTE

RESULTADOS

Código de laboratorio:	W-0960-23		
Identificación de Muestra:	Muestra 4		
Método de Muestreo basado en:			
Fecha / Hora de Muestreo:	03/08/2023 17:40		
Coordenadas (Lona / Este / Norte):	IRL E: 0422113 N: 8445273		
Tipo de muestra (Matriz / Sub Matriz):	Agua Residual / Agua Residual Doméstica		

PRODUCTO:	AGUA		
Parámetros	<i>físicoquímicos</i>		
MÉTODO	LD	LC	Resultado (R) Unidades
pH (*)	---	---	9.277 Unidades de pH
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	0.8	2.5	170.0 mg SST/L

Ensayo:	REFERENCIA O NORMA
pH (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ 8, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method.
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

Observaciones:
Muestra e información de muestreo proporcionada por el cliente

Nota: Para una adecuada comparación e interpretación de los resultados analíticos se requiere que las muestras cumplan con los requerimientos de muestreo, manipulación y almacenamiento establecidos en las normas analíticas.

LD: Límite de Detección, LC: Límite de Cuantificación, Incert: Incertidumbre expandida, Valor = LD: Valor detectado por el método. No repetible
Valor > LC: Valor detectado por el método, Repetible, Valor entre LD y LC: Valor detectado por el método. Con probabilidad de Repetir.
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) La muestra no cumple con los requerimientos especificados en el Método de Ensayo, por lo que se emite el resultado como "NO ACREDITADO".

Emiso en Nasca, 09 de Agosto del 2023




Luis Anthony Zégarra Ruiz
JEFE DE LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE
LABPERU E.I.R.L.

Fin de documento

LP-FO-130 / VR05
Página 1 de 1

Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Este informe de ensayo no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de LABPERU.
Av. Paredones N° 801, NASCA – Panamericana Sur Mz A-2, Vista Alegre Nasca – Ica Telefax: (5156) 524060. Cel. Movistar: 955506006.
rpm: # 116006 Claro RPC 956725178.

www.labperu.com - email: labperu@yahoo.com / informes@labperu.com

N° de Referencia:	A-23/096416	Tipo Muestra:	Agua Residual Doméstica
Descripción(^):	Muestra 4	Fecha Fin:	09/08/2023

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
Parámetros Físico-Químicos				
Detergentes Aniónicos	SMEWW 5540 C. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		0,02 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de radioactividad es el AFD.

Anexo 7. Certificado INACAL – AGQ PERÚ S.A.C.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

AGQ PERÚ S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Luis Jose de Orbegoso N° 350, Urb. El Pino, distrito de San Luis, departamento de Lima.

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 30 de abril de 2021
Fecha de Vencimiento: 29 de abril de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA
Alejandra FAU 20600283015 soft
Fecha: 2021-05-14 12:46:30
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0188-2021-INACAL
Contrato N° : N° 018-2021/INACAL-DA
Registro N° : LE-072

Fecha de emisión: 07 de mayo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo 8. Certificado INACAL – LABPERU E.I.R.L.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente Certificado de Renovación de la Acreditación a:

LABPERU E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Paredones N° 801, distrito de Nazca, provincia de Nazca y departamento de Ica.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 14 de febrero de 2023
Fecha de Vencimiento: 13 de febrero de 2027



Cédula N°: 039-2023-INACAL/DA
Adenda N°: 02 Contrato N°025-2015/INACAL-DA
Registro N°: LE-092



Firmado digitalmente por AGUILAR RODRIGUEZ Lidia Patricia FAU
20600263015 soft
Fecha: 2023-03-14 13:27:38
Motivo: Soy el Autor del Documento

PATRICIA AGUILAR RODRIGUEZ
Directora (d.t.), Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 13 de marzo de 2023

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados, y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 03



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS COMPLETA

LIMA, 13 de Febrero del 2024

Siendo las 17:40 horas del 13/02/2024, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis Completa titulada: "Diseño de un Sistema Purificador en Base a la Arcilla Activada y su Impacto en Tratamiento de Aguas Grises", presentado por el autor MORON ESCARCENA KATHERINE PIERINA egresado de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis Completa, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
KATHERINE PIERINA MORON ESCARCENA	(13)Aprobado

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por:
JMVALERV el 13 Feb 2024 18:50:22

**JOSE MANUEL VALER SILVA
PRESIDENTE**

Firmado electrónicamente por:
MARAMBULOM el 13 Feb 2024 18:50:52

**MIGUEL ERNESTO ARÁMBULO
MANRIQUE
SECRETARIO**

Firmado electrónicamente por:
PGRIJALDAAR el 13 Feb 2024 18:50:46

**PERCY LUIS GRIJALVA ARONI
VOCAL(ASESOR)**

Código documento Trilce: TRI - 0735931

* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Yo, MORON ESCARCENA KATHERINE PIERINA identificado con N° de Documento N° 72370174 (respectivamente), estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, autorizo (X), no autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi Tesis Completa: "Diseño de un Sistema Purificador en Base a la Arcilla Activada y su Impacto en Tratamiento de Aguas Grises".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

LIMA, 25 de Enero del 2024

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
MORON ESCARCENA KATHERINE PIERINA DNI: 72370174 ORCID: 0009-0002-3228-1161	Firmado electrónicamente por: KAMORONES el 25-01- 2024 07:16:03

Código documento Trilce: TRI - 0735930