

Efecto de biofiltro para tratamiento doméstico del agua de un tramo del río Chira, centro poblado La Peña – Querecotillo, Sullana

Biofilter effect for domestic water treatment of a section of the Chira River, La Peña – Querecotillo populated center, Sullana

  **Carlos Ever Castillo Varona^{1*}**

¹ Facultad de Ingeniería de Minas, Laboratorio de medio ambiente, Universidad Nacional de Piura, Perú

*Correspondencia:

Castillo Varona, Carlos Ever

Fecha de recepción : 26/03/2026
Fecha de Revisión : 15/07/2026
Fecha de aceptación : 13/08/2026
Fecha de publicación : 21/08/2026

Como citar: Castillo Varona, C.E. Efecto de biofiltro para tratamiento doméstico del agua de un tramo del río Chira, centro poblado La Peña – Querecotillo, Sullana. *Revista de Investigación Científica de la UNF-Aypate*, 5(2), 120–133. <https://doi.org/10.57063/ricay.v5i2.262>

RESUMEN

El acceso al agua potable representa uno de los principales desafíos para muchas comunidades rurales del Perú, donde la falta de infraestructura de tratamiento obliga a la población a consumir agua proveniente de fuentes naturales que pueden presentar diversos niveles de contaminación. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar un biofiltro para el tratamiento no convencional del agua proveniente de un tramo del río Chira ubicado en el centro poblado La Peña, distrito de Querecotillo, provincia de Sullana. La metodología aplicada consistió en el diseño y construcción de un biofiltro utilizando materiales accesibles como algodón, grava, arena y carbón, los cuales permiten retener partículas y reducir contaminantes presentes en el agua. Asimismo, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos antes y después del proceso de filtración con el fin de evaluar la eficiencia del sistema. Los resultados obtenidos evidenciaron mejoras en diversos parámetros de calidad del agua, destacando la reducción de sólidos suspendidos, microorganismos y otros contaminantes. Estos hallazgos permiten concluir que el uso de biofiltros constituye una alternativa viable, económica y sostenible para el tratamiento de agua en zonas rurales donde no existen sistemas convencionales de potabilización. Finalmente, se recomienda promover la implementación de este tipo de tecnologías apropiadas en comunidades con limitaciones de acceso a agua segura.

Palabras clave: Biofiltro, Tratamiento de agua, Filtración natural, Calidad del agua, Comunidades rurales, Río Chira, Tecnología apropiada.

ABSTRACT

For full Access to safe drinking water is one of the main challenges for many rural communities in Peru, where the lack of treatment infrastructure forces the population to consume water from natural sources that may have varying levels of contamination. In this context, this research aimed to design a biofilter for the non-conventional treatment of water from a section of the Chira River located in the town of La Peña, Querecotillo district, Sullana province. The methodology involved the design and construction of a biofilter using readily available materials such as cotton, gravel, sand, and charcoal, which retain particles and reduce contaminants present in the water. Physicochemical and microbiological analyses were also performed before and after the filtration process to evaluate the system's efficiency. The results showed improvements in various water quality parameters, notably the reduction of suspended solids, microorganisms, and other contaminants. These findings suggest that the use of biofilters is a viable, economical, and sustainable alternative for water treatment in rural areas where conventional water purification systems are unavailable. Finally, it is recommended to promote the implementation of these types of appropriate technologies in communities with limited access to safe water.

Keywords: Biofilter, Water treatment, Natural filtration, Water quality, Rural communities, Chira river, appropriate technology.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida, el desarrollo de las actividades económicas y la preservación de los ecosistemas. A pesar de su importancia, en muchas partes del mundo aún existen dificultades para acceder a agua potable segura, especialmente en zonas rurales donde los sistemas de tratamiento son limitados o inexistentes. (OMS, 2011)

A pesar de que el Perú es uno de los países con mayor disponibilidad de agua dulce en el mundo, los desafíos en el acceso al agua potable y saneamiento persisten. Según datos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), más de 2.9 millones de peruanos carecen de acceso al servicio de agua potable, 7.5 millones no cuentan con servicio de alcantarillado sanitario y el 23.8% de los hogares peruanos dependen de fuentes alternativas

como camión cisterna, pozo o agua de río para obtener agua. Es importante destacar que el consumo mundial de agua se duplica cada 20 años. Por lo tanto, es necesario promover la gestión integral de los recursos hídricos, reducir las pérdidas y filtraciones debido a infraestructura (canales, sistemas de alcantarillado y distribución) ineficientes y deterioradas; así como fortalecer a las entidades involucradas con la gestión y prestación de los servicios de saneamiento (ONU, 2025). El uso poblacional consiste en la captación del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas: preparación de alimentos y hábitos de aseo personal. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional. En estados de escasez hídrica, las autoridades locales, regionales y nacionales responsables de la regulación de servicios de suministro de

agua potable deben dictar medidas de racionamiento para restringir el uso del agua que no esté destinado para satisfacer las necesidades personales. (ANA, 2009)

Tal es el caso del centro poblado La Peña, ubicado en el distrito de Querecotillo, provincia de Sullana, donde el acceso a servicios básicos de agua potable es restringido. En esta localidad, la población obtiene el agua principalmente del río Chira y del canal Miguel Checa, lo que representa un riesgo para la salud debido a la posible presencia de contaminantes. (Castillo, 2022)

La no disponibilidad de agua apta para el consumo humano plantea la necesidad de interesarse por proyectos innovadores en este campo, como es el caso de la biofiltración, presentando alternativas de tratamiento, potabilización y distribución eficiente del agua que sean asequibles y económicamente viables. (Ruiz, 2004)

Los biofiltros de lecho fijo constan de un material filtrante, que puede ser natural o sintético, sirve como soporte para los microorganismos y en el caso de los orgánicos como fuente de nutrientes para el crecimiento microbiano. Los materiales filtrantes utilizados en este tipo de filtros pueden ser rocas porosas, tierra de diatomeas, perlita, tierra, trozos de madera, diferentes tipos de compost, residuos orgánicos tales como cáscaras de cacahuate, de arroz o cortezas de pino, carbones activados, biocarbones o biochar entre otros. Los filtros lentos de arena constituyen una

alternativa eficiente y sostenible para el tratamiento de agua a nivel doméstico, especialmente en comunidades rurales. (B.L.S. Freitas et al., 2021) y según (Juan K. Maiyo et al., 2023), esta tecnología ha demostrado capacidad para la remoción de turbidez, microorganismos patógenos y ciertos contaminantes mediante procesos físico, químico y microbiológicos que ocurren en la capa biológica llamada *schmutzdecke*. La filtración lenta tiene la capacidad de tratar aguas con concentraciones muy bajas de sólidos en suspensión y turbidez con valores <5 UF, su funcionalidad y periodo de mantenimiento depende de esta característica. Los filtros lentos de arena, adicional a los procesos físicos, también emplean procesos biológicos para purificar el agua y son sistemas no presurizados. Pueden tratar el agua y reducir la presencia de microorganismos (bacterias, virus, microbios, etc.) sin necesidad de productos químicos. Este sistema emplea filtración física, eliminación biológica y adsorción; son muy eficientes en la eliminación de partículas suspendidas y contaminación bacteriana. Mecánicamente elimina parásitos y partículas grandes, pero depende de procesos biológicos para que pueda eliminar bacterias y virus. Los SSF tienen capacidad de eliminar al 100% parásitos, hasta el 100% bacterias, así como partículas coloidales (Pineda Puglla, 2021), estos sistemas están constituidos por un medio de soporte sólido que permite el paso del fluido. (Ponce & Robles, 2025)

La composición y las concentraciones de los sustratos individuales en el agua potable están intrínsecamente relacionadas con la estabilidad biológica, ya que limitan o promueven el crecimiento bacteriano en el agua. (LeChevallier, 2025)

Estudios recientes destacan que la biofiltración constituye una tecnología sostenible y de bajo impacto ambiental para el tratamiento de agua en zonas rurales, debido a su reducido consumo energético, facilidad de operación y capacidad de mejorar la calidad mediante procesos físicos, químicos y biológicos. Estas características lo convierten en una alternativa apropiada para las comunidades con acceso limitado a sistemas convencionales de tratamiento de agua. (Guangyi Ma et al., 2024).

A pesar de las ventajas reportadas de los biofiltros para el tratamiento de agua en comunidades rurales, en el centro poblado La Peña, distrito de Querecotillo, no se han identificado estudios que evalúen experimentalmente la eficiencia de sistemas de biofiltración domésticos utilizando agua proveniente del río Chira. Esta situación evidencia un vacío de información sobre la aplicabilidad de tecnologías bajo las condiciones locales de calidad del agua y disponibilidad de materiales.

En ese sentido, la presente investigación tiene como propósito diseñar un biofiltro para el tratamiento no convencional del agua del río Chira en el centro poblado La Peña, con el

objetivo de ofrecer una alternativa accesible y sostenible que contribuya a mejorar la calidad del agua y, por ende, las condiciones de vida de la población.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Diseño de la investigación

Se realizó un estudio experimental a escala de laboratorio, orientado al diseño, construcción y evaluación de un biofiltro de materiales naturales para el tratamiento no convencional del agua proveniente del río Chira, en el centro poblado La Peña, distrito de Querecotillo, provincia de Sullana.

El estudio comprendió la implementación de un sistema de filtración basado en capas de materiales como algodón, grava, arena y carbón vegetal, con el fin de simular un proceso de tratamiento accesible para comunidades rurales. Asimismo, se evaluó el comportamiento del biofiltro mediante el análisis comparativo de la calidad del agua antes y después del proceso de filtración.

La evaluación se centró en la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, así como en la observación de cambios cualitativos en las características del agua, tales como color, turbidez y olor, con el propósito de establecer la eficiencia del sistema en la mejora de la calidad del recurso hídrico.

Se trabajó con tres muestras independientes de agua recolectadas

en el mismo punto del río Chira, analizándose antes y después del tratamiento mediante el biofiltro. El tiempo promedio de retención hidráulica fue de 68 minutos, manteniéndose una temperatura ambiental entre 23 y 25 °C durante el experimento. Los análisis fisicoquímicos se realizaron mediante medidor multiparámetro y turbidímetro calibrados, mientras que los análisis microbiológicos fueron efectuados mediante el método de filtración por membrana siguiendo procedimientos estandarizados.

Se aplicó la prueba t de Studen para muestras relacionadas con el propósito de determinar diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los parámetros de la calidad del agua antes y después del tratamiento mediante el uso de biofiltro. Se considero un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

2.2 Diseño del biofiltro

El biofiltro se diseñó con materiales accesibles y de bajo costo, organizados en capas dentro de un contenedor plástico. La primera capa de algodón retiene partículas finas; sobre ella se coloca carbón vegetal, que adsorbe impurezas y microorganismos. Luego se disponen piedras de diferentes granulometrías, ordenadas de mayor a menor, para reducir la turbidez, seguidas de arena gruesa y arena fina, previamente lavadas, que clarifican el agua.

El principio de funcionamiento consiste en el flujo descendente del agua a través de las capas, logrando una depuración progresiva. El sistema requiere mantenimiento semestral, que incluye el lavado de arena y piedras y el reemplazo del carbón. Su diseño es adaptable, pudiendo implementarse en versiones comunitarias de mayor capacidad o en formatos portátiles, lo que lo convierte en una alternativa práctica y replicable para mejorar la calidad del agua en comunidades rurales.

Figura 1

Armado Final de biofiltro



2.3 Muestra

La muestra estuvo constituida por muestras de agua recolectadas en un tramo específico del río Chira cercano al centro poblado La Peña, seleccionadas para evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua antes y después del tratamiento mediante el biofiltro.

Figura 2

Tramo de Río Chira, Caserío Las Peñas – Sullana – Piura



2.4 Elaboración del biofiltro

El biofiltro se construyó mediante la disposición de capas sucesivas de materiales en el interior del recipiente, organizadas de acuerdo con su tamaño y función. En la parte inferior se colocó una capa de algodón, seguida de grava gruesa, grava fina, arena y, finalmente, una capa de carbón vegetal en la parte superior. Esta disposición permitió generar un proceso de filtración progresiva.

Previamente al ensamblaje, los materiales filtrantes (grava gruesa, grava fina, arena y carbón vegetal) fueron lavados con abundante agua

para eliminar impurezas, polvo y partículas finas que pudieran afectar la eficiencia del proceso. Asimismo, el carbón fue seleccionado por su alta capacidad de adsorción de contaminantes.

El funcionamiento del biofiltro se basó en el principio de filtración por gravedad. El agua fue vertida en la parte superior del sistema y atravesó lentamente las distintas capas filtrantes, donde se retuvieron partículas sólidas, sedimentos y parte de los contaminantes presentes en el agua.

2.5 Operación del biofiltro

Una vez verificado que el sistema se encontraba en condiciones adecuadas de funcionamiento, se procedió a añadir aproximadamente entre 1.0 y 1.2 litros de agua proveniente del río Chira en la parte superior del biofiltro. El agua fue incorporada de manera controlada, permitiendo que atravesara gradualmente las diferentes capas del material filtrante por efecto de la gravedad.

Del volumen total aplicado, alrededor de 1 litro fue recolectado como agua

filtrada para su posterior análisis, mientras que una pequeña cantidad permaneció dentro del sistema, lo cual contribuyó a mantener la humedad del medio filtrante y favorecer su acondicionamiento progresivo.

El biofiltro operó durante un periodo aproximado de 15 días, en condiciones ambientales y sin requerir el uso de energía externa, lo que permitió simular su funcionamiento en contextos reales de uso doméstico. Durante este tiempo, se realizaron aplicaciones periódicas de agua para mantener activo el sistema.

Asimismo, se llevó a cabo una observación continua del agua tratada, registrándose cambios graduales en características como el

color, la turbidez y el olor, los cuales permitieron evidenciar de manera cualitativa la mejora en la calidad del agua a lo largo del proceso. El agua obtenida fue recolectada en recipientes adecuados para su análisis, con el fin de comparar sus características antes y después del tratamiento, y así evaluar la eficiencia del biofiltro.

Finalmente, la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua se realizó mediante métodos estandarizados, haciendo uso de equipos previamente calibrados; también se registraron cada método analítico empleado, equipo utilizado y unidad de medida, para asegurar que la trazabilidad de los resultados sea precisa.

Tabla 1

Métodos analíticos y equipos empleados en la evaluación de la calidad del agua

Parámetro	Método	Equipo	Unidad
pH	método electrométrico	pH-metro	unidad de pH
Turbidez	método nefelométrico	turbidímetro	NTU
Dureza total	método titulométrico con EDTA	equipo de laboratorio	mg/L CaCo ₃
Sólidos disueltos totales (TDS)	método electrométrico	multiparámetro	mg/L
Coliformes totales	método microbiológico	Técnica de laboratorio	UFC/100 ml

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir del análisis de las muestras de agua antes y después del tratamiento con el biofiltro evidencian mejoras significativas en los parámetros de calidad evaluados.

Los resultados coinciden con (Pineda Puglla, 2021), quien evidenció que los biofiltros elaborados con arena y carbón vegetal presentan alta eficiencia en la reducción de turbidez y microorganismos, quienes destacan que

la eficiencia de los filtros lentos de arena depende de factores de calidad del agua de entrada, la granulometría del medio filtrante, la velocidad de filtración y el adecuado desarrollo de la capa biológica.

Asimismo, (Ruiz, 2004) señala que los procesos de biofiltración constituyen una alternativa apropiada para comunidades rurales debido a su bajo costo y facilidad de operación. En el estudio, la disminución de la turbidez (71,7%) y de coliformes totales (91,7%) confirma la capacidad de biofiltro para mejorar significativamente la calidad del agua superficial.

En cuanto a la turbidez, se registró una disminución de 15.2 NTU a 4.3 NTU, lo que representa una reducción aproximada del 72%, indicando una alta eficiencia en la remoción de partículas suspendidas. Respecto a los sólidos totales disueltos (TDS), los valores disminuyeron de 320 mg/L a 210 mg/L, evidenciando una reducción del 34%, lo que refleja una mejora en la calidad fisicoquímica del agua.

La dureza total presentó una disminución de 200 mg/L a 160 mg/L, equivalente a una reducción del 20%, asociada a la retención de minerales durante el proceso de filtración.

En relación con el pH, se observó una ligera variación de 7.8 a 7.3, manteniéndose dentro de un rango cercano a la neutralidad, lo cual es adecuado para el consumo humano.

En el análisis microbiológico, los coliformes totales disminuyeron de 120 a 10 UFC/100 mL, lo que representa una

reducción superior al 90%, evidenciando una mejora significativa en la calidad sanitaria del agua.

De acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental para agua en el Perú, los niveles de coliformes totales en agua destinada al consumo humano deben ser prácticamente nulos. En este estudio, aunque se observó una reducción importante después del tratamiento con el biofiltro, los valores obtenidos aún se encuentran por encima de los límites recomendados. Esto indica que, si bien el biofiltro mejora la calidad del agua, no es suficiente por sí solo para garantizar su potabilidad.

Los hallazgos obtenidos coinciden con lo reportado por (Menber Berihun Nigatu et al., 2026), donde señala que las tecnologías domésticas de filtración permiten mejorar significativamente la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua, aunque su desempeño depende del diseño del filtro, del material filtrante y las características del agua natural, el filtro evaluado logró una reducción importante de turbidez y de coliformes totales, lo que evidencia su utilidad para tratamiento en comunidades rurales.

En relación con los parámetros fisicoquímicos, como los sólidos disueltos y la dureza, los valores iniciales se encuentran dentro de rangos que no representan un riesgo directo para la salud, según estándares internacionales. No obstante, estos pueden influir en características como el sabor, el color y la aceptabilidad del agua para consumo humano.

Por otro lado, la disminución de la turbidez resulta relevante, ya que este parámetro está directamente relacionado con la eficacia de procesos de desinfección. Un agua con menor turbidez facilita la eliminación de microorganismos, lo que sugiere que el biofiltro podría funcionar de manera

complementaria dentro de un sistema de tratamiento más completo.

En conjunto, estos resultados demuestran la eficiencia del biofiltro en la mejora de la calidad del agua mediante la reducción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos.

Tabla 2

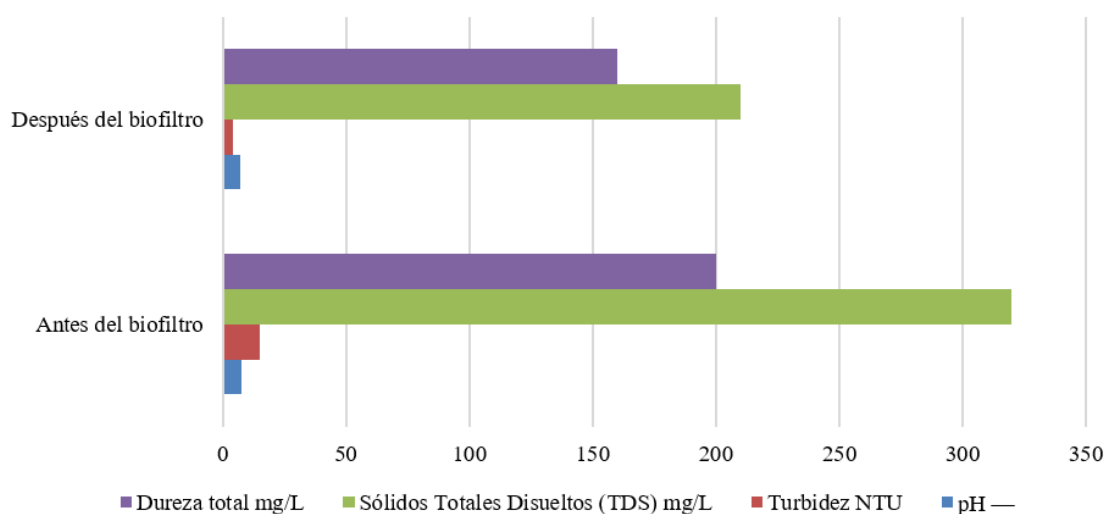
Parámetros fisicoquímicos del agua antes y después del tratamiento

Parámetro	Unidad	Antes del biofiltro	Después del biofiltro	Variación (%)
pH	—	7.8	7.3	—
Turbidez	NTU	15.2	4.3	-71.70%
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	320	210	-34.40%
Dureza total	mg/L	200	160	-20.00%

Nota. El análisis comparativo evidencia la eficiencia del biofiltro en la mejora de la calidad del agua, con reducciones significativas en turbidez (-71.7%), sólidos disueltos (-34.4%) y dureza total (-20%). El pH se mantiene dentro de rangos aceptables, confirmando la capacidad del sistema para optimizar parámetros fisicoquímicos relevantes.

Figura 3

Comparación de parámetros, antes y después del biofiltro



Nota. El análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos evidencia una disminución sustancial en la dureza total, los sólidos disueltos y la turbidez tras la aplicación del biofiltro, mientras el pH se mantiene en rangos estables.

Tabla 3

Parámetros microbiológicos del agua

Parámetro	Unidad	Antes del biofiltro	Después del biofiltro	Remoción (%)
Coliformes totales	UFC/100 mL	120	10	-91.70%

Nota. El análisis comparativo confirma la capacidad del biofiltro para remover microorganismos indicadores de contaminación fecal, alcanzando una eficiencia de remoción superior al 90%. Estos hallazgos respaldan su potencial aplicación como tecnología de tratamiento en contextos domésticos y comunitarios.

En la tabla N°4 se evidencia la aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas evidenció estadísticamente diferencias significativas para pH ($\rho=0,0059$), turbidez ($\rho=0,0018$) y sólidos totales disueltos ($\rho=0,0095$), la dureza total fue de ($\rho=0,1563$).

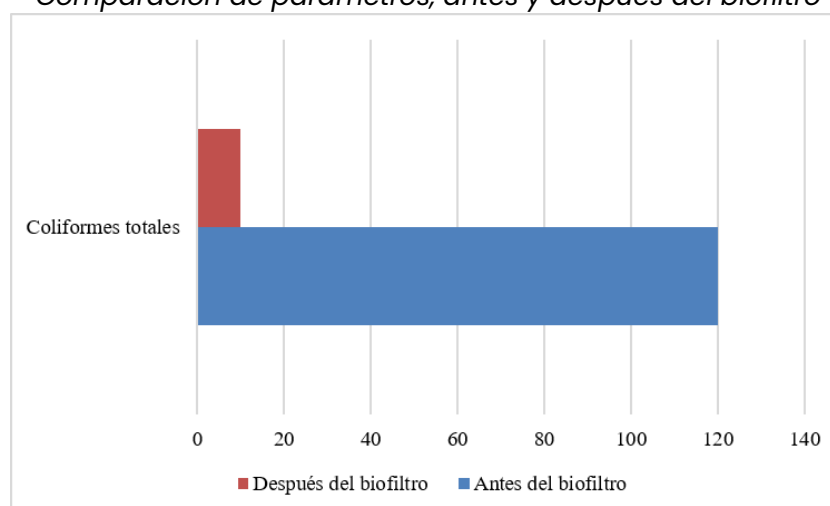
Tabla 4

Comparación de los parámetros, mediante la prueba t de Student

Parámetro	Antes (media +/- DE)	Después (media +/- DE)	t	valor ρ	Interpretación
pH	8.84 +/- 0.38	7.57 +/- 0.46	13	0.0059	significativa
turbidez	15.33 +/- 0.42	4.37 +/- 0.40	23.682	0.0018	significativa
TDS	330.33 +/- 27.97	218.33 +/- 10.41	10.168	0.0095	significativa
Dureza total	200.00 +/- 25.00	162.67 +/- 4.62	2.223	0.1563	no significativa
Coliformes totales	120 +/- 0	10 +/- 0	-	<0.001	significativa

Nota. Con $\alpha=0.05$ el pH, turbidez y TDS presentan diferencias estadísticamente significativas entre antes y después del biofiltro. La dureza disminuyó, pero no alcanzó significancia estadística.

Figura 4

Comparación de parámetros, antes y después del biofiltro

Nota. La comparación de los niveles de coliformes totales antes y después de la aplicación del biofiltro muestra una reducción marcada, pasando de valores superiores a 100 UFC/100mL a cifras cercanas a 10 UFC/100mL. Esta disminución evidencia la capacidad del sistema de biofiltración para remover contaminantes microbiológicos relevantes.

Tabla 5

Parámetro	Resultado final	Límite normativo	Cumple	Norma
Coliformes totales	10 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	No	ECA Perú
pH	7.2–8.1	6.5–8.5	Sí	OMS
TDS	237–362 mg/L	< 1000 mg/L	Sí	OMS

Nota. Los valores de referencia corresponden a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua del Ministerio del Ambiente del Perú (D.S. N.º 004-2017-MINAM) y a las guías de calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud. El cumplimiento se determinó mediante la comparación directa de los resultados obtenidos con los límites permisibles establecidos.

Estos resultados indican que el biofiltro contribuye a mejorar la calidad del agua mediante la reducción de partículas, microorganismos y ciertos contaminantes presentes en el agua superficial. De acuerdo a (Guangyi Ma et al., 2024) estos sistemas contribuyen a un tratamiento de aguas más sostenible y con menor impacto ambiental, lo que coincide con el desempeño observado en el biofiltro evaluado para el tratamiento del agua del río Chira

El funcionamiento del biofiltro puede explicarse por la acción complementaria de sus materiales filtrantes. La grava favorece la retención de partículas de mayor tamaño y distribuye uniformemente el flujo hidráulico; la arena actúa mediante filtración física reteniendo sólidos suspendidos y parte de la carga microbiana; en cuanto el carbón vegetal, este contribuye mediante procesos de adsorción, eliminando compuestos orgánicos responsables del color, olor y parte de los contaminantes en el agua.

Aunque el sistema de biofiltración alcanzó una reducción del 90% de coliformes, disminuyendo la

concentración inicial hasta un valor de 10 UFC/100 ml, este resultado aún representa una limitación para el cumplimiento de la normativa peruana de agua para consumo humano, que establece (0 UFC/100 ml). Esta diferencia evidencia que, si bien el tratamiento presenta una elevada capacidad de remoción microbiológica, los mecanismos naturales de filtración no garantizan por sí solos la eliminación completa de microorganismos indicadores. según (Juan K. Maiyo et al., 2023), los filtros lentos de arena dependen principalmente de procesos físicos de retención, adsorción y actividad biológica desarrollada en la capa *schutzdecke*; sin embargo, su eficiencia puede verse condicionada por factores como la carga microbiana inicial, el tiempo de maduración del filtro, la velocidad de filtración y las condiciones operativas. Por ello, para lograr cumplir con los estándares normativos requeridos, podría ser necesario adicionar el proceso con una etapa de desinfección, como cloración u otros métodos para tratar agua destinada al consumo humano.

El principal aporte de la investigación radica en validar experimentalmente un biofiltro construido con materiales de bajo costo disponibles localmente para el tratamiento de agua del río Chira, proporcionando evidencia técnica que puede servir como base para proyectos comunitarios y políticas públicas orientadas al abastecimiento de agua segura en zonas rurales del norte del Perú. Los resultados pueden contribuir al diseño e implementación de proyectos piloto de abastecimiento de agua segura, promovidos por gobiernos locales, instituciones ambientales, programas de saneamiento rural, especialmente en zonas donde la infraestructura convencional es limitada. Asimismo, esta investigación proporciona información relevante para la formulación de políticas públicas orientadas al uso de tecnologías apropiadas, descentralizadas y de bajo costo, contribuyendo a fortalecer la seguridad hídrica.

3. CONCLUSIONES

El diseño e implementación del biofiltro permitió mejorar significativamente la calidad del agua proveniente del río Chira, evidenciándose reducciones importantes en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados. La turbidez disminuyó en aproximadamente 72%, los sólidos totales disueltos en 34% y la dureza total en 20%, lo que indica una eficiente remoción de partículas y compuestos disueltos.

En el aspecto microbiológico, se registró una reducción superior al 90% en la concentración de coliformes totales, lo que demuestra la capacidad del biofiltro

para mejorar la calidad sanitaria del agua. Asimismo, el pH se mantuvo dentro de rangos cercanos a la neutralidad, lo cual es adecuado para su posible uso doméstico.

Estos resultados confirman que el biofiltro, elaborado con materiales naturales como arena, grava y carbón vegetal, actúa eficazmente mediante procesos de filtración mecánica y adsorción, permitiendo la reducción de contaminantes presentes en el agua superficial.

En consecuencia, el biofiltro constituye una alternativa tecnológica viable, económica y de fácil implementación para el tratamiento no convencional del agua en comunidades rurales como el centro poblado La Peña. Su aplicación puede contribuir a mejorar el acceso a agua de mejor calidad y a reducir riesgos asociados a enfermedades de origen hídrico.

Finalmente, se recomienda complementar este sistema con procesos de desinfección adicionales para garantizar la potabilidad del agua, así como realizar estudios a mayor escala que permitan optimizar su diseño y evaluar su eficiencia en diferentes condiciones de uso.

4. CONFLICTOS DE INTERÉS

El autor declara que no existe ningún conflicto de interés en la realización del trabajo de investigación. El estudio se desarrolló de manera independiente, sin financiamiento externo.

5. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

El autor participó en todas las etapas del trabajo de investigación: formulación del problema, diseño metodológico, recolección y procesamiento de datos, elaboración del biofiltro, interpretación de resultados y redacción de manuscrito.

6. FINANCIAMIENTO

La investigación se llevó a cabo con financiamiento independiente, proveniente exclusivamente de aportes personales, garantizando autonomía en el desarrollo y resultados del estudio.

7. AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a la Universidad Nacional de Piura por el respaldo en el desarrollo del proyecto, asimismo se agradece a la comunidad del centro poblado La Peña por su apoyo en el campo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2009. Ley de Recursos Hídricos, Ley N°29338.

B.L.S. Freitas, U.C. Terin, N.M.N. Fava, P.M.F. Maciel, L.A.T. Garcia, R.C. Medeiros, M. Oliveira, P. Fernandez-Ibanez, J.A. Byrne, & L.P. Sabogal-Paz. (2021). Una visión general crítica de los filtros de arena lentos domésticos para el tratamiento del agua. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117870>

Castillo, C. E. (2022). "Diseño de un biofiltro para tratamiento no convencional del agua

proveniente de un tramo del río Chira—Centro poblado La Peña, Querecotillo, Sullana 2022".

Guangyi Ma, Zheming Xi, Yiheng Chen, Wenjie Xu, Chengde Sun, Wenjun Zhuang, Tao Zhang, Dapeng Li, Yang Pan, Yu-You Li, & Zhe Kong. (2024). Biofiltration for low-carbon rural wastewater treatment: A review of advancements and opportunities towards carbon neutrality. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.114373>

Juan K. Maiyo, Sruthi Dasika, & Chad T. Jafvert. (2023). Filtros de arena lentos para el siglo XXI: una revisión. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph20021019>

LeChevallier, M. W. (2025). The Case for Monitoring for Legionella pneumophila in Drinking Water Distribution Systems. *Water*, 17(4), 475. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w17040475>

Menber Berihun Nigatu, Eshetu Assefa, Mesenbet Fentie, Dagnachew Aklog, Tilik Tena Wondim, & Abel Gerawork Moges. (2026). Evaluation of household water filtration technologies for treating high turbidity, pathogen-contaminated water in developing regions. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dwt.2026.101679>

Organización Mundial de la Salud (OMS).2011. Guías para la calidad

del agua para consumo humano:
cuarta edición que incorpora la
primera adenda.

Organización de Naciones Unidas en
Perú (ONU). 2025. Un llamado a la
gestión sostenible del agua en el
Perú.

Pineda Puglla, E. I. (2021). Análisis
experimental mediante plantas
piloto para el tratamiento de
aguas, aplicando tecnologías de
biofiltración en el sector rural
[Tesis doctoral, Universidad de
Granada].
<http://hdl.handle.net/10481/71120>

Ponce, P. F. E., & Robles, H. M. (2025).
Diseño y construcción de un tipo
de biofiltro percolador de
laboratorio para el tratamiento de
aguas residuales (AR) de las
pozas de estabilización de
Cajamarca – Perú.

Ruiz, Á. A. (2004). La biofiltración, una
alternativa para la potabilización
del agua. Revista Lasallista de
Investigación, 1(2).

