

Aplicación de biomateriales derivados de totora (macrófitas y carbón activado) para el tratamiento de aguas residuales en el PTAR Progreso 2025

Quispe Mamani, Nery Adid ¹

Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, E.P. Ingeniería Ambiental, Lima, Perú

adid.quispek@upeu.edu.pe



Resumen

El presente perfil tiene como propósito evaluar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación de biomateriales derivados de totora (Schoenoplectus californicus), tanto en su forma natural (macrófitas) como procesada (carbón activado), en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del distrito de Progreso en el año 2025. El uso de macrófitas y filtros de carbón activado representa una solución económica, ecológica y localmente accesible, con potencial para elevar el índice de calidad del agua (ICA). La metodología incluye análisis fisicoquímicos y microbiológicos (pH, conductividad, turbidez, DBO5, DQO y coliformes), aplicando un diseño experimental y longitudinal. Los resultados servirán como base para mejoras replicables en otras zonas con deficiencias en tratamiento de aguas.

Palabras clave: biomateriales, carbón activado, PTAR Progreso, Totor, tratamiento de aguas.

Problema

El agua es un recurso natural fundamental, más abundante; sin embargo, solo una pequeña porción (alrededor del 0.5 %) de toda el agua en la Tierra se encuentra en lagos, ríos, arroyos o la atmósfera; esta matriz alcanza muchas funciones básicas para la vida en la Tierra, incluyendo a mantener el clima, diluir la contaminación Ambiental (Sandoval, 2023). El vertido del 70% de aguas residuales domésticas sin tratar al medio ambiente es una de las principales causas del deterioro de la calidad de las aguas superficiales, principalmente, por lo tanto, su eliminación adecuada es un paso importante para proteger el medio ambiente y los organismos (Inga, 2024). Hoy en día el tratamiento para reducir los agentes contaminantes en aguas es un pilar importante, ya que la contaminación de agua potable es la vía principal de exposición de los seres humanos a los metales pesados, la formación de especies reactivas, provocando altas tasas de enfermedades y muertes en muchos lugares. Progreso es uno de los lugares que evidentemente carece de un buen tratamiento de aguas, el lugar solo cuenta con un tratamiento convencional hasta la fecha, siendo un foco de constante peligro y riesgo a la población que lo consume.

Justificación

Una vez realizado la investigación aplicando la utilidad de los biofiltros de totora y macrófitas, se tendrá resultados que aun en la zona de Progreso no se tienen, cuya información serviría para replicar en futuras investigaciones, teniendo en cuenta que hasta el momento la zona no cuenta con un tratamiento efectivo de aguas residuales.

Por su parte los resultados de la investigación favorecerán a la población aledaña, ya que con la ejecución de la investigación se elevará el índice de calidad del agua (ICA) de esa manera se beneficiará el agua, suelo y aire dentro de ellos. Por ello el uso de macrófitas de la zona encontradas en cochas, humedales y demás, el uso de filtros de totora en la planta de tratamiento de Progreso es muy importante ya que dicha macrófita de totora abunda en la zona, es por ello que su aprovechamiento para dicho tratamiento sería accesible y efectivo, elevando así el índice de calidad del agua (Cespedes, 2021).

Desarrollo

Estado del arte

Los índices de calidad de agua (ICA), constituyen herramientas matemáticas que integran información de varios parámetros, permitiendo transformar grandes cantidades de datos en una escala única de medición de calidad del agua (ANA, 2018).

Categoría 04		
E1: Lagunas y lagos (Lago Titicaca sector Chimu)		
Nº	Parámetro	Unidades
01	Aceites y grasas (MEH)	mg/L
02	Clorofila A	mg/L
03	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L
04	Fósforo total	mg/L
05	Amoniaco _N	mg/L
06	Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L
07	Potencial de Hidrogeno (pH)	Unid. De pH
08	Arsénico	mg/L
09	Cadmio	mg/L
10	Mercurio	mg/L
11	Plomo	mg/L
12	Zinc	mg/L
13	Hidrocarburos de Petróleo HTTP	mg/L
14	Coliformes Termotolerantes (44.5°)	NMP/100ml
15	Solidos suspendidos Totales	mg/L
16	Nitrógeno Total	mg/L
17	Conductividad Eléctrica	µS/cm

Nota. Extraído de la ANA (2018).

La totora es una planta acuática que crece en el lago Titicaca es una planta palustre, cosmopolita, ampliamente adaptada tanto en la región Oriental como Occidental posee tallos subterráneos (rizomas) que crecen paralelamente a la superficie del suelo, ha sido utilizada por muchas culturas como medicina, alimento, forraje y material para la construcción de casas, botes y diferentes artesanías (FUNPROEIB, 2016). El Carbón Activado (CA) es un adsorbente preparado a partir de materiales carbonosos que se caracteriza por poseer una alta superficie interna (Bastidas & Buelvas, 2010).

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la eficiencia del tratamiento de aguas mediante los biomateriales derivados de totora (macrófitas y carbón activado) en la remoción de contaminantes presentes en las aguas residuales tratadas en el PTAR Progreso 2025.

Objetivos específicos

- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos del agua tratada y no tratada (pH, conductividad, turbidez, DBO, DQO) para analizar la efectividad del sistema combinado del PTAR Progreso, 2025.
- Realizar un proceso de obtención de carbón activado a partir del tratamiento de la Totor (Schoenoplectus californicus) mediante activación química.
- Tratar el agua mediante el uso de macrófitas (totora) combinadas con biofiltros de carbón activado en la remoción de contaminantes del PTAR Progreso, 2025.
- Evaluar la eficiencia de los biomateriales derivados de totora (macrófitas y carbón activado) en la remoción de contaminantes presentes en las aguas residuales tratadas en el PTAR Progreso 2025.

Hipótesis

Hipótesis general

- El uso combinado de macrófitas (totora) y biofiltros de carbón activado mejora significativamente la eficiencia del tratamiento de aguas en la remoción de contaminantes del PTAR Progreso en comparación con tratamientos individuales.

Variables

Variables independientes

- Descarga de aguas residuales sin tratamiento adecuado en cuerpos de agua (A)
- Uso de un sistema de tratamiento convencional deficiente (B)
- Falta de monitoreo regular del ICA y de los parámetros físico-químicos (pH, Conductividad, Turbidez, DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos) y microbiológicos (Coliformes totales) del agua (C)

Variable dependiente

- Concentración de contaminantes en el efluente y disminución de la calidad del agua (bajo ICA) (D)

Formulación de las variables

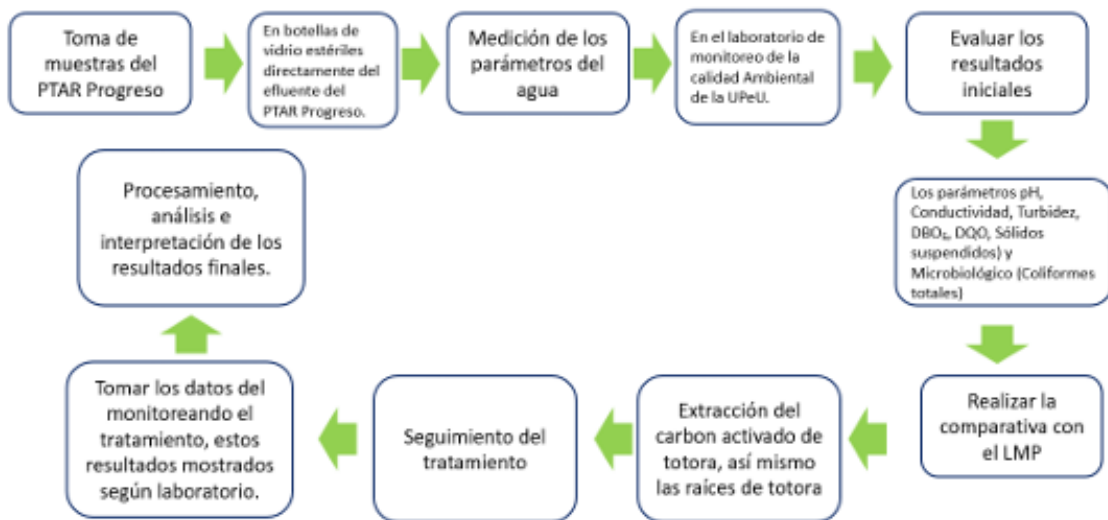
Las variables se detallan de la siguiente manera:

A + B + C = D

Metodología

Figura 1

Proceso de recolección de muestras



Nota. Se evidencia una guía metodológica Fuente: Elaboración propia, 2025.

Referencias Bibliográficas

Aguilar, M. D. (2024). Repositorio Unap. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Aguilar_Mamani_Dany_Alexander%20(1).pdf

ANA. (2018). Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf

Bastidas, M., & Buelvas, L. (2010). scielo.cl. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642010000300010

Céspedes, P. R. (2021). Repositorio UCV. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64319

FUNPROEIB . (2016). funproeibandes.org. Obtenido de https://www.funproeibandes.org/wp-content/uploads/2024/07/TOTORA-imprenta.pdf

Garfias, P. C. (2018). vinculacion.dgire.unam.mx. Obtenido de https://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Memoria-Congreso-2018/trabajos/ciencias-biologicas-quimicas-y-de-la-salud/medio-ambiente-biologia/doc18.pdf

González, T. M. (2016). rstudio. Obtenido de https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/194290_b8bba4437322409ea0151ea6a7bce56a.html

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). Dialnet. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008

Inga, A. E. (2024). Repositorio UC. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/15084/5/IV_FIN_107_TE_Inga_Paitan_Laurente_2024.pdf

Montgomery, D. (2013). Design and Analysis. Obtenido de https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/douglas_c._montgomery-design_and_analysis_of_experiments-wiley_2012_edition_8.pdf

OEFA. (2014). Obtenido de https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/3171.pdf

Osorio, M. A., & Carrillo, B. W. (2021). Dialnet. Obtenido de 10.23857/pc.v6i3.2360

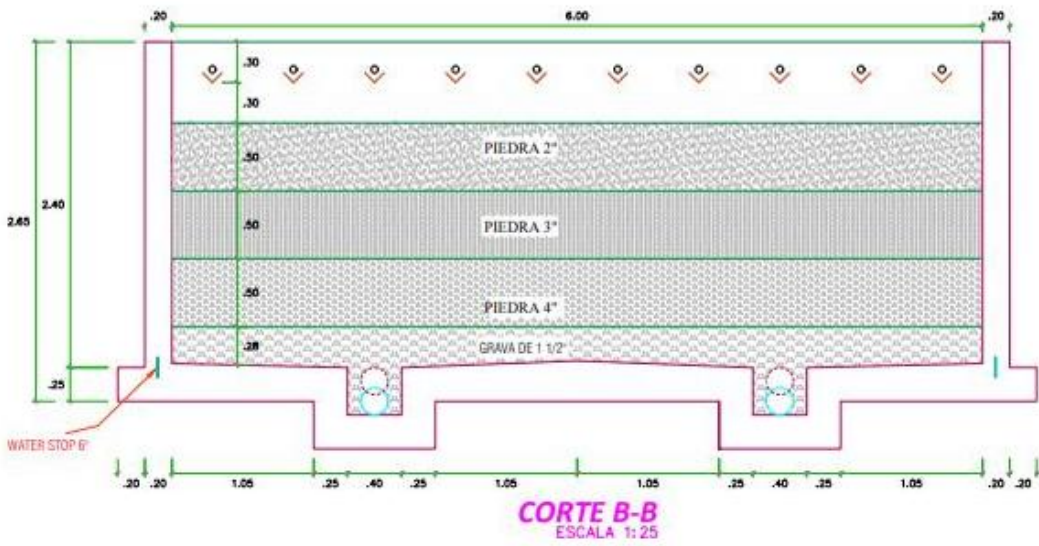
Parrales, H. (2023). Aprobados. Obtenido de https://aprobados.net/pruebas-de-normalidad/

Sandoval, Q. L. (2023). Repositorio UC. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13861/9/IV_FIN_107_TE_Sandoval_Yupanqui_2023.pdf

Anexos

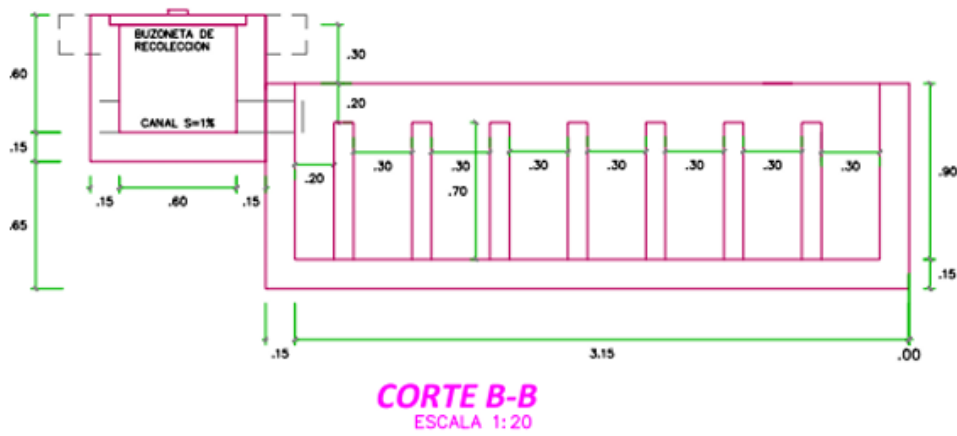
Anexo 1

Propuesta de mejora en el tratamiento



Nota. Se evidencia una propuesta de mejora en la composición de los filtros Fuente: Elaboración propia, 2025.

Anexo 2



Nota. Se evidencia una propuesta de mejora para el buzoneta de recolección con carbon activado Fuente: Elaboración propia, 2025.

Anexo 3



Nota. Se evidencia una propuesta de mejora para la cámara de rejás y desarenador con aplicación de macrófitas, Fuente: Elaboración propia, 2025.