TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EFICIENCIA DE HUMEDALES ARTIFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UTILIZANDO *Typha angustifolia* Y *Phragmites australis* EN LA MINERA CHALHUANE, AREQUIPA"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Rudy Manuel Pineda Quispe (0000-0003-1669-2278)

Asesor:

Olga Vadimovna Kostenko De Caparo (0000-0001-8895-8982)

Lima – Perú

2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 09 de marzo del 2026.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Noé Ordóñez Machicao
Miembro: Mg. Marisol Nuñez Martine
Miembro: Mg. Catherine Mariela Coronado Leon

Se reúnen para evaluar la tesis, con código de proyecto 2025-00211, titulada :

"EFICIENCIA DE HUMEDALES ARTIFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UTILIZANDO TYPHA ANGUSTIFOLIA Y PHRAGMITES AUSTRALIS EN LA MINERA CHALHUANE, AREQUIPA"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Rudy Manuel Pineda Quispe**

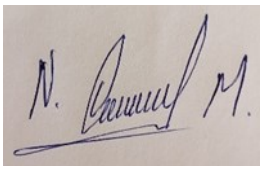
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Olga Vadimovna Kostenko

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Rudy Manuel Pineda Quispe			Nota (en letras): 16 (DIECISEIS)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Noé Ordóñez Machicao
Presidente



Mg. Marisol Nuñez Martine
Miembro 1



Mg. Catherine Mariela Coronado Leon
Miembro 2



Mg. Olga Vadimovna Kostenko
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 11 de marzo del 2026

Señor,
Dr. Percy Mayta Tristan

Vicerrectorado de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Rudy Manuel Pineda Quispe, estudiante/egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Olga Vadimovna Kostenko, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: Eficiencia de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales utilizando typha angustifolia y phragmites australis en la minera Chalhuane, Arequipa, sustentado para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 78107769



Firma del asesor de tesis
DNI: 10796382

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Eficiencia de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales utilizando *Typha angustifolia* y *Phragmites australis* en la minera Chalhuane, Arequipa

Autores. Rudy Manuel Pineda Quispe

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2920104249)

Código de registro. PRE-11-2025-00211

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Herlyss Leonel Sovero Navarro.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Eficiencia de humedales

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	7%	7%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
3	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1%
4	www1.up.poznan.pl Fuente de Internet	<1%
5	www.polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1%
6	Angélica de la Hoz Chois, Erick Oyola Yepes, Patricia Vergara Villarreal, José María Bustillo. "Evaluación de las dimensiones del hueso alveolar distal del segundo molar a través de cone-beam post-extracción del tercer molar", Revista Mexicana de Ortodoncia, 2016 Publicación	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar la eficiencia de los humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales de campamento minero utilizando totora (*Typha angustifolia*) y carrizo (*Phragmites australis*). Se instaló un sistema de humedales artificiales (HA) que estuvo conformado por cuatro humedales. El HA-1 no presentó ninguna especie (control negativo), HA-2 tuvo 12 individuos de *T. angustifolia,* HA-3 contó con 6 individuos de *P. australis* y HA-4 presentó 6 y 3 individuos de *T. angustifolia y P. australis,* respectivamente. Los resultados obtenidos, muestran que la mayor remoción de demanda bioquímica de oxígeno fue en HA-4 (90.47%) y HA-3 (86.1%), demanda química de oxígeno en HA-4 (89.6%) y HA-3 (85.3%), aceites y grasas fue en HA-2 y HA-3 en un 94.53% en ambos y coliformes termotolerantes fue en HA-2 en un 99.92%. Finalmente, la combinación de *T. angustifolia y P. australis* (HA-4), son más eficientes en la remoción de carga de materia orgánica y una alta eficiencia de *T. angustifolia* en la remoción microbiológica en las últimas fechas que se realizaron las mediciones.

Palabras clave: Humedales artificiales, aguas residuales, fitorremediación, eficiencia, contaminantes, proceso biológico.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the efficiency of constructed wetlands in treating wastewater from mining camps using cattail (T. angustifolia) and reed (P. australis). An artificial wetland system (AW) was installed, consisting of four

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

wetlands. HA-1 did not present any species (negative control), HA-2 had 12 individuals of T. angustifolia, HA-3 had 6 individuals of P. australis, and HA-4 had 6 and 3 individuals of T. angustifolia and P. australis, respectively. The results obtained show that the greatest removal of biochemical oxygen demand was in HA-4 (90.47%) and HA-3 (86.1%), chemical oxygen demand in HA-4 (90.74%) and HA-3 (86.1%), oils and fats were in HA-2 and HA-3 at 94.53% in both, and thermotolerant coliforms were in HA-2 at 99.92%. Finally, the combination of T. angustifolia and P. australis (HA-4) is more efficient in removing organic matter, and T. angustifolia has shown high efficiency in microbiological removal in recent measurements.

Key words: Artificial wetlands, wastewater, phytoremediation, efficiency, pollutants, biological process.

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales son importantes para asegurar la vida humana y su conservación permite también asegurar un desarrollo sostenible (Barragan y Suárez, 2022). Uno de estos recursos es el agua, principalmente los ríos, que vienen a ser una fuente importante que abastece de agua dulce para el desarrollo de diversas actividades socioeconómicas (Kebede et al., 2020). Sin embargo, la calidad de las fuentes de agua se ven afectadas principalmente por actividades antrópicas, como las industrias y la misma expansión poblacional, por el vertimiento de aguas residuales (Murell et al., 2022).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis