

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Eficiencia de dos coagulantes alternativos en la
calidad del tratamiento de agua potable en la
PTAP del proyecto minero Quellaveco, 2023**

Marly Adela Areca Peralta

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Moquegua, 2024

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Jose Vladimir Cornejo Tueros
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 16 de Marzo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Eficiencia de dos coagulantes alternativos en la calidad del tratamiento del agua potable en la PTAP del proyecto minero Quellaveco, 2023

Autores:

1. Marly Adela Areca Peralta – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas :10 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ÍNDICE

Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Resumen	ix
Abstract	x
Introducción	1
Capítulo I: Planteamiento del estudio	3
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	3
1.1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.1.2 Formulación del problema	5
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Justificación	6
1.3.1 Teórica	6
1.3.2 Práctica.....	6
1.3.3 Social	7
1.4 Limitaciones de la investigación.....	7
1.5 Hipótesis	7
1.5.1 Hipótesis general	7
1.5.2 Hipótesis nula.....	8
1.6 Hipótesis específicas	8
1.7 Operacionalización de variables	9
Capítulo II: Marco teórico	10
2.1 Antecedentes del problema.....	10
2.1.1 Antecedentes internacionales	10
2.1.2 Antecedentes nacionales	13
2.2 Fundamento teórico.....	15
2.2.1 Coagulantes alternativos	15
2.2.2 Agua potable	17
2.2.3 Parámetros de calidad del agua potable.....	19

Capítulo III: Metodología	21
3.1 Método, tipo y alcance de la investigación.....	21
3.1.1 Método de investigación.....	21
3.1.2 Tipo de investigación.....	21
3.1.3 Alcance de la investigación.....	21
3.1.4 Diseño de la investigación	22
3.2 Población y muestra	22
3.2.1 Población.....	23
3.2.2 Muestra	23
3.2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
Capítulo IV: Resultados y discusión	32
4.1 Resultados de las pruebas de jarra con PAC, Catfloc y análisis de la información.....	32
4.1.1 Prueba 01 con PAC.....	32
4.1.2 Prueba 02 con Catfloc.....	33
4.1.3 Prueba 03 con PAC.....	34
4.1.4 Prueba 04 con Catfloc.....	35
4.1.5 Ecuación para hallar el porcentaje de remoción de turbidez	38
4.2 Análisis estadístico de la información.....	42
4.2.1 Parámetro analizado	42
4.3 Prueba de hipótesis.....	48
4.3.1 Hipótesis estadísticas	48
4.3.2 Regla de decisión.....	49
4.3.3 Decisión	49
4.4 Discusión de resultados	50
Capítulo V: Conclusiones	52
Capítulo VI: Recomendaciones	54
Referencias bibliográficas	55
ANEXOS	58

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.....	9
Tabla 2. Métodos de medición de parámetros físico-químicos.....	30
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos iniciales del agua cruda para la prueba N°1 y N°2.....	32
Tabla 4. Resultados de la prueba de jarras N°1 con PAC al 1%.....	32
Tabla 5. Resultado de la prueba de jarras N°2 con Catfloc al 0.1%.....	33
Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos iniciales del agua cruda para la prueba N°3 y N°4.....	34
Tabla 7. Resultado de la prueba de jarras N°3 con PAC al 1%.....	35
Tabla 8. Resultado de la prueba de jarras N°4 con Catfloc al 0.1%.....	36
Tabla 9. Resumen de comparación de turbidez inicial y final lograda con PAC y Catfloc....	37
Tabla 10. Resumen de comparación de pH inicial y final lograda con PAC y Catfloc como parámetro de hallazgo 37	
Tabla 11. Comparación de % de remoción de turbidez final lograda con PAC y Catfloc.....	40
Tabla 12. Prueba de Normalidad: Shapiro-Wilk ($\alpha=0.05$) para la remoción de turbidez.....	43
Tabla 13. Prueba estadística de Kruskal-Wallis empleada para la remoción de turbidez.....	44
Tabla 14. Prueba estadística de U Mann-Whitney empleada para la remoción de turbidez de la prueba N°1 y N°2.....	44
Tabla 15. Prueba estadística de U Mann-Whitney empleada para la remoción de turbidez de la prueba N°1 y N°3.....	45
Tabla 16. Prueba estadística de U Mann-Whitney empleada para la remoción de turbidez de la prueba N°1 y N°4.....	46
Tabla 17. Prueba estadística de U Mann-Whitney empleada para la remoción de turbidez de la prueba N°2 y N°3.....	47
Tabla 18. Prueba estadística de U Mann-Whitney empleada para la remoción de turbidez de la prueba N°2 y N°4.....	47
Tabla 19. Prueba estadística de U Mann-Whitney empleada para la remoción de turbidez de la prueba N°2 y N°4.....	49

Índice de Figuras

Figura 1 .Muestras de agua cruda.....	10
Figura 2 . Datos de turbiedad del agua tratada en los primeros 5 días de la simulación.....	12
Figura 3 .Curva de Dosificación de Policloruro de Aluminio vs Turbiedad de A/C (junio).....	14
Figura 4 . Mapa de ubicación de la PTAP Quellaveco.....	23
Figura 5 . Mapa de ubicación de las muestras de agua.....	24
Figura 6 .Relación de los resultados de remoción de turbidez respecto a la dosis del coagulante en la prueba N°1.....	40
Figura 7 .Relación de los resultados de remoción de turbidez respecto a la dosis del coagulante en la prueba N°2.....	41
Figura 8 .Relación de los resultados de remoción de turbidez respecto a la dosis del coagulante en la prueba N°3.....	42
Figura 9 .Relación de los resultados de remoción de turbidez respecto a la dosis del coagulante en la prueba N°4.....	42

Resumen

La finalidad principal de este trabajo de investigación es determinar la eficiencia de cada coagulante alternativo en la calidad del tratamiento de agua potable en la PTAP del proyecto minero Quellaveco, 2023. Para ello se empleó el método hipotético-deductivo, el cual es de tipo aplicativo con un alcance descriptivo-explicativo, y se realizó a través de un diseño experimental. Como técnicas, se utilizaron ensayos de jarras para realizar el proceso de coagulación y floculación de las muestras analizadas para mejorar sus características fisicoquímicas. Para llevar a cabo este proceso se empleó el equipo de jarras a partir del cual se aplicaron distintas dosis por cada coagulante (Policloruro de Aluminio al 1 % y Catfloc al 0.1 %). Además, se llevaron a cabo las pruebas a diferentes turbiedades iniciales de 12 NTU y 33.3 NTU con una velocidad de 150 RPM por 1 minuto de agitación rápida y 45 RPM de agitación lenta por 15 minutos. Se realizaron dos pruebas por cada coagulante. En el caso del análisis de las características fisicoquímicas de las muestras, se usaron el turbidímetro y pH metro, este último sirvió para llevar un control del parámetro de pH y ver si los coagulantes lo alteraban o lo mantenían estable. Como resultado final se obtuvo un 87.5 % de remoción de turbidez en promedio para el Policloruro de Aluminio, teniendo de dosis óptima al tratamiento de 4mg/L con un 93 % de remoción. Por otro lado, el Catfloc obtuvo un 93 % de remoción de turbidez en promedio, teniendo de dosis óptima al tratamiento de 0.4mg/L con un 93 % de remoción. En conclusión, tanto el Catfloc como el PAC cumplen con el Decreto Supremo N°031-2010 SA, límites máximos permisibles para aguas de consumo humano. Sin embargo, a pesar de que ambos cumplen con la normativa, el que demuestra una mayor eficiencia es el Catfloc que optimiza el proceso de potabilización en varios aspectos como el consumo y uso del coagulante.

Palabras clave: Policloruro de Aluminio, Catfloc, polímero, dosis, eficiencia, turbidez.

Abstract

The main purpose of this research work is to determine the efficiency of each alternative coagulant on the quality of drinking water treatment in the DWTP (in Spanish PTAP) of the Quellaveco mining project, 2023. To which the hypothetical-deductive method was used, which is applicable with a descriptive-explanatory scope which was carried out through an experimental design. The techniques that were used were the jar tests where the flocculation coagulation process of the analyzed samples took place to improve their physicochemical characteristics. To carry out this process, instruments such as the jar test were used in which different doses were applied for each coagulant (1% Polychloride aluminum and 0.1% Catfloc) the tests were carried out at different initial turbidities of 12 NTU and 33.3 NTU with a speed of 150 RPM during fast stirring for 1 min and 45 RPM during slow stirring for 15 minutes. Two tests were performed for each coagulant. In the case of analysis of the physicochemical characteristics of the samples, the turbidimeter and pH meter were used, the last one was as monitor the pH parameter and see if the coagulants would have altered it or kept it stable. As a final result, an average 87.5% turbidity removal was obtained for the Polychloride aluminum, with an optimal treatment dose of 4mg/L with 93% removal. On the other hand, Catfloc obtained 93% turbidity removal on average; getting as optimal treatment dose of 0.4mg/L with 93% removal. In conclusion, both Catfloc and PAC comply with Supreme Decree No.031-2010 SA, Maximum permissible limits for water for human consumption, but although both comply with the regulations, the one that demonstrates greater efficiency is Catfloc, optimizing the purification process in various aspects from the consumption and use of the coagulant.

Keywords: Polyaluminum Chloride, Catfloc, polymer, doses, efficiency, turbidity.