

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Aplicación de la electrocoagulación como
alternativa de remoción de materia orgánica en
las aguas residuales generadas en la empresa
Vakilact, Apata-Jauja, 2024**

Luis Angel Ordaya Sedano

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2025

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 : 11 de Julio de 2025

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

Título:

APLICACIÓN DE LA ELECTROCOAGULACIÓN COMO ALTERNATIVA DE REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA EMPRESA VAKILACT, APATA-JAUJA, 2024

Autores:

1. Luis Angel Ordaya Sedano – 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 11 % 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 (en caso de elegir "SI"): 20 | 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

ASESOR.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCION.....	XI
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	12
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	12
1.1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.1.2. Formulación del problema.....	13
1.1.2.1. Problema general.....	13
1.1.2.2. Problemas específicos.....	13
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo general.....	14
1.2.2. Objetivos específicos.....	14
1.3. Justificación.....	14
1.3.1. Justificación ambiental.....	14
1.3.2. Justificación metodológica.....	14
1.3.3. Justificación teórica.....	15
1.4. Hipótesis y variables.....	15
1.4.1. Hipótesis general.....	15
1.4.2. Variables.....	15
1.4.2.1. Variable independiente	15
1.4.2.2. Variable dependiente	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes del problema	17
2.1.1. Antecedentes internacionales	17
2.2. Bases teóricas.....	21

2.2.1. Aguas residuales.....	21
2.2.2. Tipos de aguas residuales.....	22
2.2.3. Clasificación de aguas residuales según su origen.....	22
2.2.4. Tratamiento de aguas residuales.....	22
2.2.5. La electrocoagulación.....	25
2.2.6. Evaluación de la electrocoagulación.....	25
2.2.7. Procesos en la electrocoagulación.....	27
2.2.8. Mecanismos y reacciones	28
2.2.9. Procedimiento y técnicas de medición.....	32
2.2.10. Reactor para la electrocoagulación.....	34
2.2.11. Parámetros estudiados.....	35
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	38
3.1. Método y alcance de la investigación.....	38
3.1.1. Método general o teórico de la investigación.....	38
3.1.2. Alcance de la investigación.....	38
3.2. Diseño de la investigación.....	38
3.3. Población y muestra.....	38
3.3.1. Población	39
3.3.2. Muestra	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. Resultados del tratamiento de información.....	41
4.2. Discusión de resultados	47
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1. Conclusiones	48
5.2. Recomendaciones	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	16
Tabla 2. Rangos de concentración.....	37
Tabla 3. Diseño de experimentos.	38
Tabla 4. Resultados del análisis pre experimental.....	41
Tabla 5. Resultados del análisis post experimental.	41
Tabla 6. Promedio de la eficiencia de remoción de las aguas residuales lácteas.	42
Tabla 7. Variación del pH en el primer análisis.....	42
Tabla 8. Variación del pH en el segundo análisis.....	43
Tabla 9. Remoción de los coliformes termotolerantes... ..	44
Tabla 10. Remoción de los sólidos suspendidos totales.....	45
Tabla 11. Remoción de la demanda bioquímica de oxígeno... ..	46
Tabla 12. Antes del tratamiento y después del tratamiento.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del tratamiento de aguas residuales de una industria láctea.....	23
Figura 2. Aguas residuales en el Perú	24
Figura 3. Cantidad de agua residual que genera al día una persona en Perú.....	24
Figura 4. Aguas residuales en el Perú	25
Figura 5. Representación esquemática de una celda electrocoagulación básica.....	26
Figura 6. Reactor de electrodos monopolares conectados en paralelo.....	27
Figura 7. Reactor con electrodos monopolares conectados en serie.....	28
Figura 8. Reactor tipo filtro prensa.....	30
Figura 9. Reactor de electrodo cilíndrico rotativo.	31
Figura 10. Reactor de lecho fluidizado.....	31
Figura 11. Formación de agrados de aceite.....	32
Figura 12. Esquema del reactor de electrocoagulación	33
Figura 13. Emulación de aceite agua estabilizada por un surfactante.....	34
Figura 14. Ubicación de la empresa Vakilact	39
Figura 15. Variación del pH en el primer análisis.	42
Figura 16. Variación del pH en el segundo análisis.....	43
Figura 17. Variación de los coliformes termotolerantes... ..	45
Figura 18. Variación de los sólidos suspendidos totales.....	46
Figura 19. Variación de la demanda bioquímica de oxígeno... ..	47

RESUMEN

Objetivo: determinar que la electrocoagulación es una alternativa para la remoción de materia orgánica de las aguas residuales generadas en la empresa Vakilact, Apata-Jauja, 2024. **Métodos:** se empleó el método científico, El tipo de investigación es aplicado y el nivel de investigación es explicativa. El diseño de investigación de este enfoque propone la manipulación de la variable autónoma con total dominio sobre ella, empleando la lógica hipotética y deductiva para poner en evidencia la hipótesis y verificar su validez. **Resultados:** al aplicar un amperaje de 3 A y un tiempo de 15 minutos se tuvo un pH de 6.1, en los resultados de los coliformes termo tolerantes con 5 A y un tiempo de 30 min se logró 76 % donde fue bastante eficiente la remoción de aguas lácteas respectivamente, tratamiento los SST de 5 A con un tiempo de 30 minutos se tuvo una eficiencia de 83.5 % de remoción, se aplicó un amperaje de 5 A y un tiempo de 30 minutos se tiene una eficiencia de DBO₅ en la cual se tuvo un 78.5 % de remoción. **Conclusión:** la electrocoagulación se erige como una opción innovadora para eliminar residuos orgánicos en las aguas residuales de Vakilact, Apata, 2024, demostrando una eficacia del 80 % y alcanzando un máximo del 83.5 %.

Palabras clave: electrocoagulación, materia orgánica y aguas residuales.

ABSTRACTS

Objective: determine that electrocoagulations is an alternatives for the removals of organic matter from wastewater generated at the Vakilact company, Apata-Jauja, 2024. **Methods:** the scientific method was used. The type of research was applied, and the level of investigation was explanatory. The research design of this approach proposes the manipulation of the autonomous variable with complete control over it, employing hypothetical and deductive logic to demonstrate the hypothesis and verify its validity. **Results:** applying an amperage of 3 A and a time of 15 minutes, a pH of 6.1 was obtained, in the results of the thermo-tolerant coliforms with 5 A and a time of 30 min, 76 % was achieved where the removal of dairy waters was quite efficient respectively, treatment of the SST of 5 A with a time of 30 minutes, an efficiency of 83.5 % of removal was obtained, an amperage of 5 A was applied and a time of 30 minutes, an efficiency of BBO₅ was obtained in which 78.5 % of removal was obtained. **Conclusion:** electrocoagulation emerges as an innovative option for removing organic waste from the wastewater of Vakilact, Apata, 2024, demonstrating an efficiency of 80% and reaching a maximum of 83.5 %.

Keywords: electrocoagulation, organic matter, wastewater.