

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Eficiencia de remoción de parámetros físico-químicos de la
laguna Yacucatina mediante electrocoagulación**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Balbina Elizabeth Córdova Cruz

Dariana Cristina Diaz Diaz

Asesor:

Mtro. Carmelino Almestar Villegas

Tarapoto, junio del 2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo, Mtro. Carmelino Almestar Villegas, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficiencia de remoción de parámetros físico-químicos de la laguna Yacucatina mediante electrocoagulación”** de los autores Dariana Cristina Díaz Díaz y Balbina Elizabeth Córdova Cruz tiene un índice de similitud de 7 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 19 días del mes de Julio del año 2023.



Ing. Carmelino Almestar Villegas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 23 día(s) del mes de junio del año 2023, siendo las 08:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Dr. Víctor Hugo Muñoz Delgado y los demás miembros: Ing. Ericka Nayda Perales Dominguez

y el (la) asesor(a) Mtro. Carmelino Almestar Villegas con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Eficiencia de remoción de parámetros físico-químicos de la laguna Yacucatina mediante electrocoagulación".

del(los) bachiller(es): a) Dariana Cristina Diaz Diaz
b) Balbina Elizabeth Córdova Cruz
c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Dariana Cristina Diaz Diaz

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|---------|-------------|---------------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| Aprobado | 17 | B+ | Muy Bueno | Sobresaliente |

Bachiller -(b): Balbina Elizabeth Córdova Cruz

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|---------|-------------|---------------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| Aprobado | 17 | B+ | Muy Bueno | Sobresaliente |

Bachiller -(c):

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|---------|-------------|--------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| | | | | |

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia de la remoción de los parámetros físico-químicos de la laguna Yacucatina mediante electrocoagulación en condiciones de laboratorio – 2022, por lo que el tratamiento se aplicó a una muestra de 12 L. de agua, evaluando los parámetros físico-químicos (DBO, DQO, pH, color y SST), en tiempos de 10, 20 y 30 minutos a 12V. Los valores obtenidos de DBO y DQO después del tratamiento fueron más altos respecto al valor obtenido antes del tratamiento pero con 20 min eleva en mayor cantidad su concentración. Por otro lado en el pH se nota una pequeña reducción en los resultados obtenidos y el color se mantuvo con el mismo nivel. Sin embargo, los valores obtenidos de SST tuvieron un aumento para el tratamiento de 10 minutos (4700mg/L) y 20 min (7600 mg/L) con respecto al valor obtenido antes del tratamiento (1500 mg/L),y una disminución en 30 min (5200 mg/L). Se observó que en 3 de los parámetros evaluados (DBO, DQO y SST) hubo un aumento del valor inicial al realizar el tratamiento de electrocoagulación, en el pH se observa una ligera disminución del valor inicial al realizar el tratamiento y el Color no sufre cambios.

Palabras clave: Aguas residuales, celda electrolítica, demanda bioquímica de oxígeno.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the efficiency of the removal of the physical-chemical parameters of the Yacucatina lagoon by means of electrocoagulation in laboratory conditions - 2022, for which the treatment was applied to a sample of 12 L. of water, evaluating the parameters physical-chemical (BOD, COD, pH, color and TSS), in times of 10, 20 and 30 minutes at 12V. The values obtained for BOD and COD after treatment were higher compared to the value obtained before treatment, but with 20 min their concentration increased in greater quantity. On the other hand, in the pH a small reduction in the results obtained is noted and the color is maintained at the same level. However, the values obtained from SST had an increase for the treatment of 10 minutes (4700 mg/L) and 20 min (7600 mg/L) with respect to the value obtained before treatment (1500 mg/L), and a decrease in 30 minutes (5200 mg/L). It was decreased that in 3 of the parameters evaluated (BOD, COD and TSS) there was an increase in the initial value when carrying out the electrocoagulation treatment, in the pH a slight decrease in the initial value was observed when carrying out the treatment and the Color does not suffer changes

Keywords: *Wastewater, electrolytic cell, biochemical oxygen demand.*

1. INTRODUCCIÓN

El origen de la contaminación hídrica corresponde al 99,9% de las acciones humanas; tales como: vertidos de desechos urbanos e industriales, derrames de petróleo, sustancias químicas utilizadas en las actividades agrícolas y pecuarias, desechos fecales, sustancias reactivas, la construcción de presas, las explotaciones mineras que vierten compuestos contaminantes y los lixiviados producidos a partir de los residuos sólidos en proceso de descomposición; dichas acciones y actividades llegan a contaminar grandes fuentes de aguas superficiales y subterráneas a nivel mundial, trayendo como consecuencia la destrucción de la biodiversidad acuática, escasez del agua potable, enfermedades infecciosas relacionadas con la escasa higiene, provocando así la mortalidad infantil de unos 1000 niños al día a nivel global. Además, está comprobado que las aguas residuales son vertidas directamente en el ecosistema sin recibir un tratamiento previo; lo cual corresponde a un 80% de aguas contaminadas a nivel mundial (1).

Espinoza (2017), menciona que la contaminación del agua en el Perú ha ido acrecentándose cada vez más; debido al crecimiento poblacional que ha tenido el país durante los últimos años; de tal manera que los mares, ríos y lagos se han convertido en sus principales botaderos de diversos tipos de residuos. Sin embargo, existen lugares críticos donde se produce una contaminación ambiental permanente, producto de las actividades agrícolas, acuícolas, mineras y económicas; las cuales afectan gravemente la calidad del agua; siendo así que a nivel de todo el país sólo 32% de aguas residuales llegan a recibir un tratamiento.

Sin embargo la problemática del ecosistema hídrico de la laguna Yacucatina, que está ubicada a solo 17 kilómetros de la ciudad de Tarapoto, se ha convertido en un ecosistema vulnerable debido a que se encuentra expuesta a altas cantidades de carga orgánica, sustancias peligrosas, agroquímicos y lixiviados provenientes del botadero de residuos sólidos, ubicado a unos pocos metros de la laguna; estos contaminantes alteran los parámetros orgánicos, microbiológicos y físico-químicos de la calidad del agua, así mismo dicha laguna no recibe ningún tipo de tratamiento y carece de recirculación; generando así la falta de oxigenación y pérdida gradual de la fauna existente (3).

Una vez identificada la problemática existente; se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es el nivel de eficiencia de remoción de los parámetros físico-químicos de la laguna Yacucatina mediante electrocoagulación en condiciones de laboratorio? Del mismo

modo, la presente investigación se justifica por diferentes razones, ya que nos ayudará a identificar el nivel de concentración de los parámetros afectados a través de la contaminación de la laguna Yacucatina y el impacto producido por los contaminantes. De tal manera, que se implementará un sistema de electrocoagulación como tratamiento para los parámetros físico-químicos de dicha laguna y al mismo tiempo reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad del agua según del DECRETO SUPREMO N° 004-2017 (4).

El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia de la remoción de los parámetros físico-químicos de la laguna Yacucatina mediante electrocoagulación en condiciones de laboratorio – 2022.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño

El diseño de investigación es experimental, siendo propio de una investigación cuantitativa, ya que se realiza la manipulación intencional de una variable y así poder analizar sus probables efectos (5).

2.2. Población

La población del estudio está conformada por el volumen de agua de la laguna Yacucatina, que se encuentra ubicada a 17 kilómetros de la ciudad de Tarapoto, la cual viene siendo contaminada con grandes cantidades de carga orgánica, sustancias peligrosas, agroquímicos y lixiviados provenientes del botadero de residuos sólidos que se encuentra a pocos metros de dicha laguna.

2.3. Muestra

Se tomó una muestra de 12 L, obtenida de la laguna Yacucatina. En el reactor se utilizó 2 L para DBO y DQO (en 3 tiempos diferentes), haciendo un total de 6 L para los parámetros mencionados. Así mismo se utilizó 2 L de agua de la laguna Yacucatina para el análisis antes del tratamiento (1 L para DBO y 1 L para DQO) que se envió al laboratorio en la ciudad de Lima.

Para el análisis realizado en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión, se utilizó 1 L para el análisis antes del tratamiento, evaluando los 3 parámetros restantes (SST,

pH y Color) y 3 L para el tratamiento de electrocoagulación (1 L para cada tiempo evaluado).

2.4. Procedimiento

Primero se realizó la recolección de los 12 L de agua de la laguna Yacucatina en un balde transparente con capacidad de 20 L. Esta cantidad de agua se trasladó al laboratorio, donde se realizó un pretratamiento de sedimentación durante 2h. Luego, se procedió a realizar la medición in situ de los parámetros físicos. La muestra cero (sin tratamiento), se separó para su envío al laboratorio. Posteriormente, se aplicó el tratamiento de electrocoagulación para los tiempos de 10, 20 y 30 minutos con un voltaje de 12V. Cada muestra tratada se colocó en frascos de plástico transparente para su envío al laboratorio (cadena de custodia). Dichas muestras se utilizaron para el análisis de los parámetros siguientes: DBO y DQO. Sin embargo, los parámetros físico-químicos como el pH, color y SST se analizaron en el laboratorio de monitoreo ambiental de la UPeU.

3. RESULTADOS

3.1. Implementación del sistema de electrocoagulación

Para implementar el sistema de electrocoagulación, en primer lugar se construyó un mini acuario a base de vidrio simple, el cual media 16 cm de largo por 16 cm ancho y 10 cm de alto; luego se recortó 12 láminas de aluminio y 12 láminas de acero inoxidable de 7cm x 2cm respectivamente, seguidamente estas fueron conectadas con los cocodrilos; de tal manera que las láminas de aluminio se conectaron a los cables rojos y así se logrará transmitir la carga eléctrica positiva y las láminas de acero inoxidable fueron conectadas a los cables negros y así transmitir carga eléctrica negativa, luego estos cables fueron conectados a la fuente de poder de PC de 600 watts el cuál se encargaba de convertir la energía en 12V.

Una vez terminado el sistema de electrocoagulación se pasó a la ejecución; en donde se realizaron tres pruebas en tres tiempos diferentes, siendo estos de 10, 20 y 30 min; para cada tiempo se colocó 1L de agua obtenida de la laguna Yacucatina, después de haber aplicado el sistema de electrocoagulación con los diferentes tiempos se envaso las muestras de DQO y DBO para que sean analizadas en el laboratorio

acreditado, y respecto a los parámetros de pH, color y SST fueron analizados en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión.

3.2. Caracterización físico-química del agua de la laguna Yacucatina sin tratar

Antes del tratamiento mediante electrocoagulación, el agua de la laguna presentó una DBO de 137 mg/L, una DQO de 560 mg/L, el pH de 9,59; color de 500 PCU y sólidos suspendidos de 1500 mg/L.

Tabla 1. Análisis del agua de la laguna antes del tratamiento

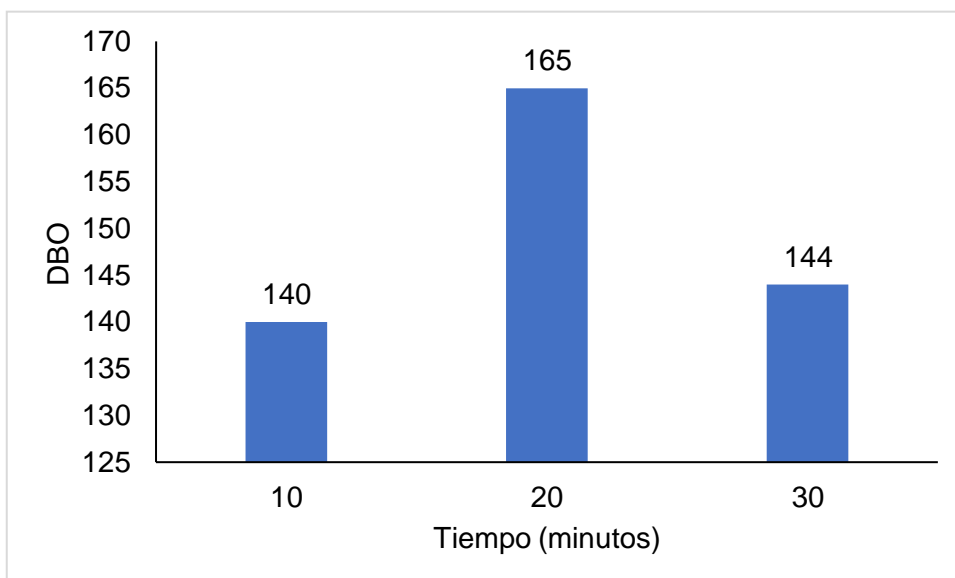
| Parámetro | Unidad | Valor |
|-----------|--------|-------|
| DBO5 | mg/L | 137 |
| DQO | mg/L | 560 |
| pH | - | 9,59 |
| Color | PCU | 500 |
| SST | mg/L | 1500 |

3.3. Caracterización físico-química del agua de la laguna Yacucatina después de ser tratada

a) Análisis de la DBO

Después del tratamiento mediante electrocoagulación, el menor valor de la DBO se encontró para un tiempo de 10 minutos, el valor intermedio de la DBO se obtuvo para un tiempo de 30 minutos y el mayor valor se obtuvo para un tiempo de 20 minutos.

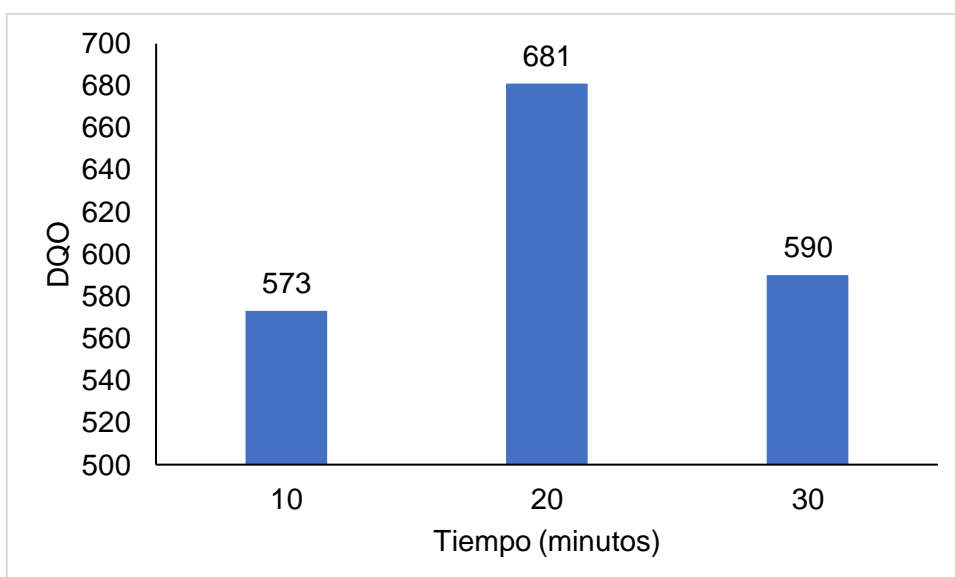
Figura 1. DBO del agua de la laguna para tres tiempos de electrocoagulación



b) Análisis de la DQO

Después del tratamiento mediante electrocoagulación, el menor valor de la DQO se encontró para un tiempo de 10 minutos, el valor intermedio de la DQO se obtuvo para un tiempo de 30 minutos y el mayor valor se obtuvo para un tiempo de 20 minutos.

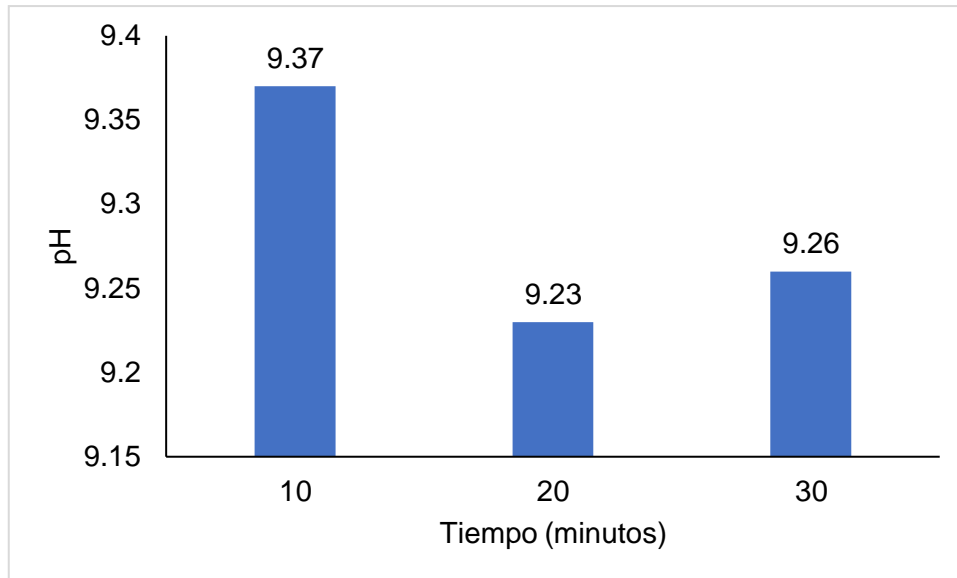
Figura 2. DQO del agua de la laguna para tres tiempos de electrocoagulación



c) Análisis de pH

Después del tratamiento mediante electrocoagulación, el menor valor de pH se encontró para un tiempo de 20 minutos, el valor intermedio de pH se obtuvo para un tiempo de 30 minutos y el mayor valor se obtuvo para un tiempo de 10 minutos.

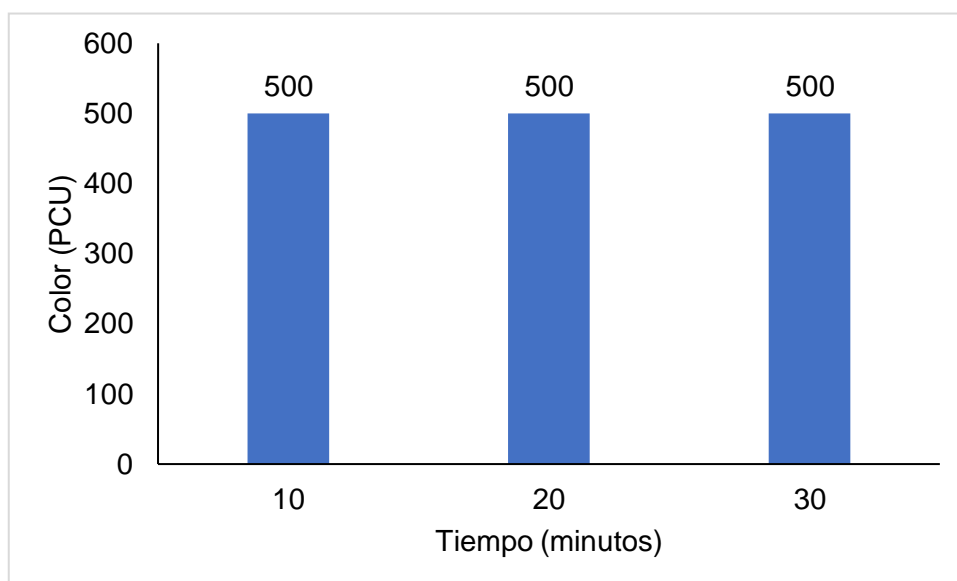
Figura 3. pH del agua de la laguna para tres tiempos de electrocoagulación



d) Análisis de color

Después del tratamiento mediante electrocoagulación, los valores del Color se mantuvieron iguales en los 3 tiempos.

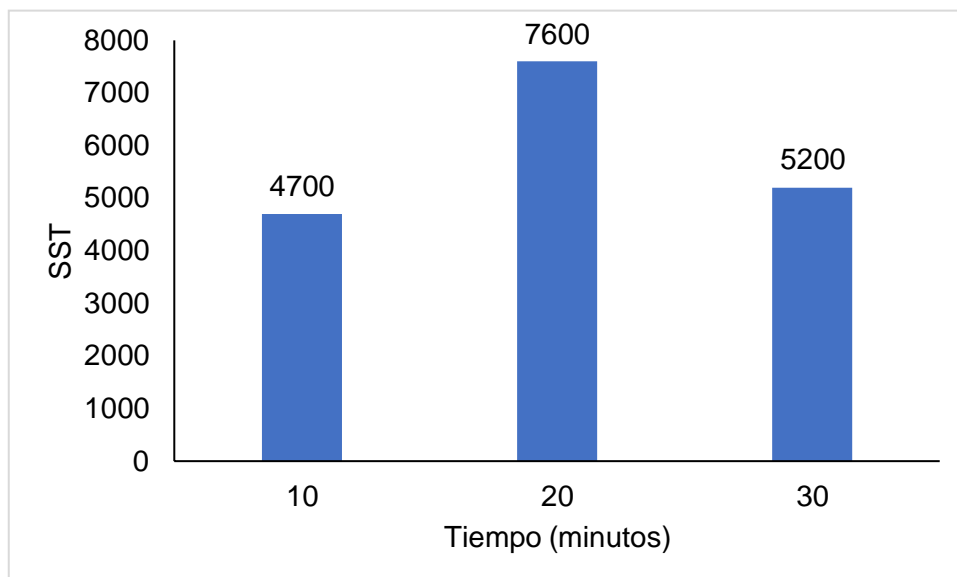
Figura 4. Color del agua de la laguna para tres tiempos de electrocoagulación



e) Análisis de SST

Después del tratamiento mediante electrocoagulación, el menor valor de SST se encontró para un tiempo de 10 minutos, el valor intermedio de SST se obtuvo para un tiempo de 30 minutos y el mayor valor se obtuvo para un tiempo de 20 minutos.

Figura 5. SST del agua de la laguna para tres tiempos de electrocoagulación



4. DISCUSIÓN

Los botaderos municipales liberan una gran cantidad de compuestos debido a la degradación de los residuos (6). Los lixiviados son los contaminantes líquidos que se generan en los botaderos y rellenos sanitarios, que se producen principalmente cuando un caudal de agua pasa a través de los residuos, los cuales llegan a ser una amenaza para el suelo, el agua subterránea y el agua superficial de los alrededores (7).

Los valores obtenidos de DBO y DQO después del tratamiento con los 3 tiempos trabajados, fueron más altos respecto al valor obtenido antes del tratamiento, teniendo en cuenta que la aplicación de 12V en un tiempo de 20 min eleva en mayor cantidad la concentración de DBO y DQO en el agua, y a los 30 min vuelve a disminuir una gran cantidad, comparando con otros estudios se observa que trabajaron con voltios de entre 6 hasta 24 V, con tiempos de retención de entre 15 hasta los 150 min. Sin embargo, el voltaje puede ser variable dependiendo de varios factores,

principalmente las características fisicoquímicas de las moléculas que constituyen al DBO y el DQO (8).

El pH comienza con un valor de 9.37 al tratamiento de 10 minutos y termina con un valor de 9.26 al tratamiento de 30 minutos, en donde no se nota una diferencia extrema pero sí una pequeña reducción. Loayza Morales & Ochoa León (2020), comenta que para el tratamiento de electrocoagulación para lixiviados se trabaja mejor con pH alcalino, en su investigación trabaja con 2 voltajes, de 20 y 30 V, con 3 tiempos distintos (30, 45 y 60 min) en todas sus evaluaciones el valor de pH va aumentando con respecto al valor inicial.

El Color en la presente evaluación se mantuvo con el mismo nivel en los tres tratamientos realizados, teniendo en cuenta que el cambio del color en el agua se debe a que los lixiviados arrastran a su paso material disuelto, en suspensión, fijo o volátil (10), por lo que el tratamiento usado en este estudio no tuvo efecto en el color del agua.

Los valores obtenidos de SST tuvieron un aumento para el tratamiento de 10 minutos (4700) con respecto al valor obtenido antes del tratamiento (1500 mg/L), continuó aumentando para el 20 minutos (7600 mg/L) y disminuyó en el de 30 min (5200 mg/L). Malpartida (2020), señala que la electrocoagulación al usar descargas eléctricas provoca reacciones químicas que desestabilizan los contaminantes presentes formando partículas sólidas que flotan o precipitan, por lo que hace que el valor de SST en el agua aumente.

5. CONCLUSIÓN

La investigación se realizó sobre el tratamiento de electrocoagulación con electrodos de aluminio y acero en agua lixiviada del botadero Yacucatina. Con los resultados obtenidos se observa que existe un ligero aumento en los datos con respecto al dato inicial. Antes del tratamiento se obtuvo un DBO5 de 137 mg/L y el mejor valor obtenido después del tratamiento es de 140 mg/L, para el DQO antes del tratamiento se obtuvo 560 mg/L, después del tratamiento fue de 575 mg/L, el valor de pH antes del tratamiento fue de 9.59 y después fue de 9.23, el valor del Color al inicio fue de 500 PCU, valor que se mantuvo en los tres tiempos del tratamiento de electrocoagulación, y por último, para SST se obtuvo un valor de 1500 mg/L antes del tratamiento y después fue de 4700 mg/L. Se observa que en 3 de los parámetros evaluados (DBO, DQO y SST) hubo un aumento del valor inicial al realizar el tratamiento de

electrocoagulación, en el parámetro de pH se observa una ligera disminución del valor inicial al realizar el tratamiento y para el Color, el valor obtenido se mantiene idéntico antes y después de aplicar el tratamiento.

Se recomienda realizar ensayos experimentales con otros voltajes y otros tiempos de retención hidráulica para así poder obtener mejores resultados con respecto a lixiviados generados de botaderos abiertos como lo es el de Yacucatina - San Martín.

6. AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana Unión por permitirnos el acceso al Laboratorio de Monitoreo Ambiental para realizar los análisis de esta investigación y a nuestros padres por confiar en nosotras en todo momento.

7. REFERENCIAS

1. UNESCO. Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático [Internet]. UNESCO - Biblioteca Digital. 2020 [citado 2 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611.locale=es>
2. Espinoza J. Uso de electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca-Oyón-2017. Univ César Vallejo [Internet]. 2017 [citado 2 de marzo de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16982>
3. Bennet N, Morán M. Analisis acerca de la factibilidad de la nanotecnología para mejorar el cultivo de larvas de camarón. Caso: SAFARIMAR. 31 de agosto de 2018; Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/37006/1/TESIS%20NICKY%20BENNET-MARIUXI%20MORAN.pdf>
4. Velásquez AP. Eficiencia de la electrocoagulación para aguas contaminadas por residuales. 2019; Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/968/TB-Vel%c3%a1squez%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Mata LD. Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental [Internet]. Investigalia. 2019 [citado 2 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://investigaliacr.com/investigacion/disenos-de-investigaciones-con-enfoque-cuantitativo-de-tipo-no-experimental/>
6. Wojnowska-Baryła I, Bernat K, Zaborowska M. Plastic Waste Degradation in Landfill Conditions: The Problem with Microplastics, and Their Direct and Indirect Environmental Effects. *Int J Environ Res Public Health*. enero de 2022;19(20):13223.
7. Quintero A, Valencia Y, Lara L. Efecto de los lixiviados de residuos sólidos en un suelo tropical. *DYNA*. diciembre de 2017;84(203):283-90.
8. Jave H, Rascón J, Pinedo K, Guzmán F, Troya D. Eficiencia de la remoción de materia orgánica mediante electrocoagulación para tratar aguas residuales procedentes de mataderos [Internet]. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*. 2021 [citado 2 de marzo de 2023]. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/763>
9. Loayza C, Ochoa H. Evaluación de la remoción de materia orgánica del lixiviado mediante el proceso de electrocoagulación del botadero La Mejorada El Tambo. *Prospect Univ*. 2020;17(1):109-14.
10. Zambrano M, Ninan K. Tratamiento de los lixiviados del relleno sanitario de Jaquira por electrocoagulación. febrero de 2019; Disponible en: https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4372/253T20190423_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

11. Malpartida A. Remoción de contaminantes orgánicos en efluentes provenientes de los canales. Univ Científica Sur [Internet]. 2020 [citado 2 de marzo de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1376>

8. ANEXOS



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

RESOLUCIÓN N° 0282-2023/UPeU-FIA-CF

Lima, Naña, 13 de junio de 2023

VISTO:

El expediente de los (las) bachilleres **Dariana Cristina Díaz Díaz** identificado(a) con código universitario N° **201710804** y **Balbina Elizabeth Cordova Cruz** identificado(a) con código universitario N° **201711490**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Eficiencia de remoción de parámetros físico-químicos de la laguna Yacucatina mediante electrocoagulación", presentado por los(las) bachilleres **Dariana Cristina Díaz Díaz** y **Balbina Elizabeth Cordova Cruz**, reuniendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 13 de junio de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

1. Declarar expedito a los (las) bachilleres **Dariana Cristina Díaz Díaz** y **Balbina Elizabeth Cordova Cruz**, para que sustenten la tesis en formato artículo titulada "Eficiencia de remoción de parámetros físico-químicos de la laguna Yacucatina mediante electrocoagulación", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental, el 23 de junio de 2023 a las 8:30 horas, modalidad virtual u online sincrónica.
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:

Presidente: Mtra. Betsabeth Padilla Macedo.
Secretario: Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado.
Asesor: Mtro. Carmelino Almaraz Villegas.
Vocal: Ing. Ericka Nayda Perales Domínguez

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA

cc:
-Interesado
-Jurado (04)
-Secretaría General
-Archivo




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO