



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Uso de la Tecnología de Electrocoagulación para el Tratamiento de Efluentes de Camal Avícola a nivel de Laboratorio, SJL 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR:

Ana Cristina, Cisneros Zambrano

ASESOR:

Dr. Antonio Leonardo, Delgado Arenas

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES

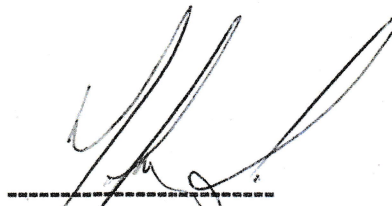
LIMA - PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO



PRESIDENTE:
Dr. José Eloy Cuellar Bautista



SECRETARIO:
Mg. Marco Antonio Herrera Díaz



VOCAL:
Dr. Antonio Leonardo Delgado Arenas

DEDICATORIA

En especial para mis padres Cristina y Abraham,
mis primas Noelia, Lucía, Natalia y Ninoska,
mis tíos Edwin, Dolores, Victoria y Aurelia
mis abuelitos Irma y Juan,
y a todas aquellas buenas personas que supieron darme
concejos, tanto en vida y mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a todas aquellas personas que depositaron su confianza en mí y siempre me apoyaron y confiaron en este proyecto.

En especial a mis padres, por ser la más grande motivación de mi vida, y apoyarme en todo para lograr culminar mi carrera; a mi mamá Cristina, gracias guiarme a no rendirme y siempre seguir adelante, sé que siempre serás mi ángel, papá Abraham, gracias por tu apoyo y el empuje que me diste para poder culminar mi proyecto.

A mi casa de estudios, la Universidad César Vallejo, la Facultad de Ingeniería, en específico a la EAP de Ingeniería Ambiental, directores, docentes y asesores de los laboratorios, por impartir los conocimientos necesarios para desarrollar con éxito la presente y haberme formado profesionalmente.

A el Dr. Antonio Leonardo Delgado Arenas, mi asesor, por su incondicional apoyo, motivación y por la orientación brindada para lograr plantear la investigación y guiarme a la correcta culminación de la presente.

A los ingenieros Wilber Quijano, Máximo Zevallos y demás docentes por saber impartir sus conocimientos que me valieron en mis años de formación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, ANA CRISTINA CISNEROS ZAMBRANO, identificada con DNI N° 74035878, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental campus Lima Este, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre del 2017



Ana Cristina Cisneros Zambrano

DNI: 74035878

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis Titulada: Uso de la tecnología de electrocoagulación para el tratamiento de efluentes de camal avícola a nivel de laboratorio SJL 2017, con la finalidad de dar relevancia a este proceso y presentarlo como tratamiento óptimo en aguas residuales con alta cantidad de carga orgánica, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Lima, diciembre del 2017



Ana Cristina Cisneros Zambrano

DNI: 74035878

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN.....	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática	14
1.2. Trabajos previos	14
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	18
1.4. Formulación del Problema.....	28
1.5. Justificación del estudio	28
1.6. Hipótesis.....	29
1.7. Objetivos.....	30
II. MÉTODO.....	31
2.1. Diseño de Investigación	31
2.2. Variables, Operacionalización.....	31
2.3. Población y muestra.....	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.5. Métodos de análisis de datos	39
2.6. Aspectos éticos.....	40
III. RESULTADOS.....	41
3.1. Caracterización de la muestra.....	41
3.2. Análisis de las muestra tratadas	42
3.2.1. Parámetros Físicos.....	42

3.2.1.1.	Remoción Solidos Suspendidos Totales (SST) en el agua residual luego de la electrocoagulación.....	42
3.2.1.2.	Conductividad eléctrica en el agua residual luego de la electrocoagulación.....	43
3.2.2.	Parámetros Químicos	44
3.2.2.1.	Potencial de Hidrogeno en el agua residual luego de la electrocoagulación.....	44
3.2.2.2.	Remoción Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el agua residual luego de la electrocoagulación	45
3.2.2.3.	Remoción Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) en el agua residual luego de la electrocoagulación	46
3.2.2.4.	Remoción de Fósforo Total en el agua residual luego de la electrocoagulación.....	47
3.2.2.5.	Aluminio Disuelto en el agua residual luego de la electrocoagulación.....	49
3.2.3.	Comparación de los resultados con las normativas	50
3.2.4.	Prueba de hipótesis.....	53
IV.	DISCUSIÓN	60
V.	CONCLUSIONES	61
VI.	RECOMENDACIONES.....	62
VII.	REFERENCIAS	63
VIII.	ANEXOS	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 : Operacionalización de las variables	32
Cuadro 2 : Determinación de revoluciones por minuto de agitador magnético fabricado ..	35
Cuadro 3 : Factores que intervinieron en la experimentación.....	37
Cuadro 4 : Tratamientos dados al efluente de camal avícola	37
Cuadro 5 : Validación del Instrumento de Investigación	39
Cuadro 6 : Caracterización de las aguas residuales de origen avícola antes de la electrocoagulación	41
Cuadro 7 : Resultados obtenidos de SST de los tratamientos	42
Cuadro 8 : Resultados obtenidos de Conductividad Eléctrica de los tratamientos	43
Cuadro 9 : Resultados obtenidos de pH de los tratamientos	44
Cuadro 10 : Resultados obtenidos de DQO de los tratamientos	45
Cuadro 11 : Resultados obtenidos de DBO ₅ de los tratamientos	46
Cuadro 12 : Resultados obtenidos de Fósforo Total de los tratamientos	48
Cuadro 13 : Resultados obtenidos de Fósforo Total de los tratamientos	49
Cuadro 14 : Análisis de varianza de los tratamientos para SST.....	54
Cuadro 15 : Análisis de varianza de los tratamientos para pH	55
Cuadro 16 : Análisis de varianza de los tratamientos para DQO	56
Cuadro 17 : Análisis de varianza de los tratamientos para DBO ₅	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de Remoción de SST luego de los tratamientos	43
Gráfico 2: Porcentaje de Remoción de DQO luego de los tratamientos.....	46
Gráfico 2: Porcentaje de remoción de DBO ₅ luego de los tratamientos	47
Gráfico 4: Porcentaje de remoción de fósforo total luego de los tratamientos	48
Gráfico 5: Resultados obtenidos de los tratamientos	49
Gráfico 6: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro SST	51
Gráfico 7: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro DQO.....	51
Gráfico 8 : Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro DBO ₅	51
Gráfico 9: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro pH	51
Gráfico 10: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro Fósforo Total	52
Gráfico 11: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro Aluminio Total.....	52
Gráfico 12: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey.....	54
Gráfico 13: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey.....	56
Gráfico 14: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey.....	57
Gráfico 15: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey.....	59

RESUMEN

El consumo excesivo de carne de ave en nuestro país ha generado que las plantas de beneficio aumenten su producción y aparezcan camales ilegales o mataderos perjudicando la salud pública de los pobladores y no realizando tratamiento de sus efluentes vertiéndolos en las alcantarillas para darle solución a esta problemática se plantea el tratamiento de estas aguas mediante la electrocoagulación, el cual a través de la electricidad impartida a electrodos sumergidos en el agua, generan la degradación del ánodo formando hidróxidos de aluminio los cuales desestabilizan las cargas de los coloides impulsando su precipitación, en el presente trabajo de investigación se fabricó una celda de electrocoagulación también un agitador magnético para realizar la experimentación, se realizaron ocho tratamientos en las cuales variaban los voltajes de 20 a 25V, los tiempos de 15 a 30 minutos y la concentración de NaCl de 5 a 10 g/L; obteniendo porcentajes de remoción de 89,32% en SST, 74.20% en valores de DQO, 76,49% de DBO₅, y 96,22% de fósforo total; el aluminio disuelto en el agua aumento debido al proceso de degradación de la placa de aluminio. Se obtuvo altos porcentaje de remoción en los parámetros físico y químicos del efluente pero no se llegó a las normativas planteadas por SEDAPAL y VMP de El Salvador, se concluyó que el proceso de electrocoagulación es óptimo para el tratamiento de estos efluentes con alto contenido de carga orgánica.

Palabras Claves: Plantas de beneficio animal, materia orgánica, electrocoagulación e hidróxido de aluminio.

ABSTRACT

Excessive consumption of poultry meat in our country has generated that the beneficiary plants increase their production and illegal slaughterhouses or slaughterhouses appear damaging the public health of the residents and not treating their effluents by pouring them into sewers to solve this problem the treatment of these waters is proposed by electrocoagulation, which through the electricity imparted to electrodes submerged in the water, generate the degradation of the anode forming aluminum hydroxides which destabilize the charges of the colloids, promoting their precipitation, in the present research work was made an electrocoagulation cell also a magnetic stirrer to perform the experiment, eight treatments were performed in which the voltages varied from 20 to 25V, the times from 15 to 30 minutes and the concentration of NaCl from 5 to 10 g / L; obtaining removal percentages of 89.32% in SST, 74.20% in COD values, 76.49% of BOD5, and 96.22% of total phosphorus; The aluminum dissolved in the water increased due to the degradation process of the aluminum plate. A high percentage of removal was obtained in the physical and chemical parameters of the effluent, but the regulations proposed by SEDAPAI and VMP of El Salvador were not reached. It was concluded that the electrocoagulation process is optimal for the treatment of these effluents with high load content. Organic.

Key words: Animal benefit plants, organic matter, electrocoagulation and aluminum hydroxide.

I. INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación se refiere al tema del tratamiento de efluentes de camal avícola, la cual se puede definir como aquel efluente proveniente de los procesos de desangrado, limpieza de vísceras y el escalado de aves de las plantas de beneficio animal. Existen varios tipos de tratamientos entre ellos tenemos el proceso de electrocoagulación, el cual se induce corriente eléctrica simulando al tratamiento convencional con sales metálicas, con el fin de eliminar contaminantes que se encuentren en el efluente en este caso la alta cantidad de carga orgánica. La característica principal de este tipo de trabajo es dar relevancia a un proceso poco estudiado que es la electrocoagulación y presentarlo como un tratamiento óptimo en distintos tipos de efluente en este caso aguas residuales con alta cantidad de carga orgánica.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Entre ellas tenemos la poca investigación sobre estos tipos de efluentes, en la búsqueda de alternativas de recuperación, reutilización y tratamientos de sus aguas residuales, a su vez la falta de conciencia ambiental de estas empresas que en ciertos casos no realiza un tratamiento y solo los vierten a los desagües o cuerpos de agua. La investigación de esta problemática se realizó por el interés de conocer los factores que intervienen en el proceso de electrocoagulación y plantear que esta alternativa tiene la ventaja de ser práctica y adaptable a empresas que se dedican a la actividad pecuaria.

En la teoría se realizaron ensayos para definir los factores que están implicados en el proceso de electrocoagulación como son los tipos de electrodos a utilizar, el voltaje necesario dependiendo de la fuente que se tenga, observando el comportamiento que tiene el efluente para la fabricación de un pequeño reactor. La técnica que se utilizó es la observación con la cual se pudo constatar la eficiencia de los tratamientos en el agua residual de matadero. Se utilizó como instrumento una ficha de experimentación donde se detalló el tiempo, los voltajes y la dosificación de sal, anotando los parámetros físicos y químicos finales que se obtenían, la muestra utilizada en este trabajo fueron 30 litros de efluente de camal avícola.

1.1. Realidad Problemática

El agua es un recurso indispensable, ya que posee innumerables beneficios como bebida, preparación de alimentos, entre otros, razón por la cual es necesaria en abundante cantidad pero que también deba tener calidad.

Sin duda el incremento de la población en el Perú ha generado la alta demanda de carne de ave que según Scotiabank (2016) en el año 2015 el consumo de carne per cápita en Lima fue de 67 kilogramos anuales, la cual incrementa el surgimiento de camales y mataderos informales los cuales no cuentan con el adecuado manejo del ave ni las instalaciones correctas, no provee de EPP a sus trabajadores y no cuentan con tratamiento de sus efluentes generados, contaminando en ciertos casos directamente a las cuencas hídricas perjudicando al hombre y a seres vivos.

Este trabajo se realiza con la opción de que el proceso de electrocoagulación sea integrado en el tratamiento de efluentes industriales evitando el vertimiento de aguas no tratadas a la alcantarilla como también evitando la contaminación de cursos de agua que puedan afectar a la población tanto en ellas como en las actividades que realizan aguas abajo. Si los parámetros de calidad de las aguas tratadas con el proceso de electrocoagulación se asemejan a los establecidos por VMA SEDAPAL Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y con la Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario de El Salvador este proceso será óptimo y se contribuirá es la preservación de la calidad del recurso agua.

1.2. Trabajos previos

Barboza G. (2011) en la tesis titulada ***“Reducción de la carga de contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totorá- Ayacucho empleando la técnica de electrocoagulación”***, sustentada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. El tesista planteó como objetivo reducir la carga de contaminantes de las aguas residuales de la PTAR la Totorá Ayacucho empleando el método de electrocoagulación con sacrificio de electrodos de aluminio. El trabajo presentado consiste en la aplicación de un nuevo método ya que los métodos tradicionales con químicos no remueven efectivamente las bacterias coliformes totales de las aguas tratadas por esta PTAR, ocasionando problemas en la salud y

contaminando los cultivos de hortalizas y maíz ubicados aguas abajo del vertimiento de estas aguas tratadas. Se pusieron tres estaciones de muestra uno a 30 metros de distancia del vertimiento de aguas tratadas, otro en la salida de la PTAR la Totorá y el tercero a 35 m después del vertimiento, obtenidos los parámetros fisicoquímicos y biológicos se aplica la técnica de electrocoagulación utilizando como electrodo de sacrificio el aluminio que según estudios el más efectivo en destrucción de E. Coli. De los resultados de la experimentación en 5 muestras a un tiempo de 5, 15, 25, 35 y 45 minutos se obtuvo el porcentaje de rendimiento en remoción de turbidez, el mayor porcentaje a una intensidad de 3 A a 25 minutos fue 94,65%; el porcentaje de disminución de DQO₅ fue a una intensidad de 5 A a 45 min. con 89.5% de disminución y el porcentaje de remoción de coliformes fecales fue a una intensidad de 5 A a 45 min. con 93% de remoción. Este trabajo concluye en la eficacia del proceso de electrocoagulación obteniendo una remoción de turbidez, sólidos totales, dureza, coliformes fecales y materia orgánica; la densidad de corriente y el tiempo en la que se lleva el proceso tiene un efecto directamente proporcional a mayor densidad mayor es el porcentaje de remoción, a diferencia del tiempo con la conductividad que son inversamente proporcional. La relación que guarda con el trabajo de investigación ya que nos aporta cuales son los parámetros que llega a estabilizar mediante en el proceso de electrocoagulación y el porcentaje de remoción según los tiempos e intensidades de corriente.

Meléndez O. y Villalobos E. (2011) quienes realizaron el trabajo ***“Determinación del Efecto de la Electrocoagulación en la Remoción de materia Orgánica en aguas Residuales Industriales”***, el cual fue sustentado en la Universidad Rafael Urdaneta – Facultad de Ingeniería en Venezuela, se plantearon como objetivo determinar el efecto de la electrocoagulación en la remoción de materia orgánica en aguas residuales industriales. Este trabajo buscó una alternativa de tratamiento para efluentes de la industria láctea y avícola las cuales contienen una alta cantidad de materia orgánica, variando los factores del proceso de electrocoagulación para su optimización. En cuanto a su metodología el trabajo de investigación es descriptiva ya que evalúa las características y parámetros fisicoquímicos de los efluentes antes y después del proceso. También mencionan que el diseño optado

es experimental debido a que manipula intencionalmente sus variables para demostrar que la electrocoagulación logró remover la materia orgánica contenida en los efluentes industriales. En cuanto a la técnica que utilizaron fue de observación directa ya que a través de sus sentidos evidencia el comportamiento del proceso. El instrumento utilizado fueron tablas donde recolectaban datos antes, durante y después del proceso.

Para la experimentación las tesis se organizaron dividiendo su proceso en 5 fases, la primera fase caracterización de los efluentes industriales en la que describe la toma de muestras y los análisis utilizados para determinar los parámetros fisicoquímicos de los efluentes, en la segunda fase determina como varían los parámetros físicos según el volumen que le dan al reactor teniendo en cuenta volúmenes de 1,5L y 3,0L con dos electrodos ánodo de hierro y cátodo de aluminio de dimensiones de 10x2.5x0.3 cm con una separación de 2cm entre ellas a 200 RPM, una corriente de 300 mA en un tiempo de reacción de 15 minutos, en la tercera fase seleccionan el reactor con mayor porcentaje de remoción, en la cuarta fase identifica la variación en la disposición de los electrodos en forma longitudinal o transversal, en la quinta fase se determina la densidad de corriente para cada tipo de efluente industrial lácteo y avícola. Concluyéndose que el efluente lácteo presento variación en pH, conductividad, carga orgánica, sólidos y fosforo total, así también conociendo las condiciones de operatividad se obtuvo mejores resultados con densidad de corriente eléctrica para efluente lácteo de 6,09 mA/cm² y para efluente avícola de 6,7 mA/cm², como recomendaciones de la tesis recomienda probar con electrodo de sacrificio de Aluminio ya que este material no genera un color en el desprendimiento de óxidos. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone ciertas condiciones de operación como es el tiempo, la separación de electrodos, la dimensión de los electrodos y la recomendación de usar electrodo de sacrificio el metal aluminio.

Hernández D. (2016) en su tesis titulada ***“Tratamiento acoplado Fisicoquímico - Electrocoagulación para Incrementar la Remoción de la Materia Orgánica de un agua residual de rastro municipal”***, la cual sustentó en la Universidad Autónoma del Estado de México - Facultad de Ingeniería en México, tuvo como objetivo proponer un sistema de tratamiento acoplado para el agua residual de un

raastro municipal mediante el proceso fisicoquímico-electrocoagulación. Este trabajo plantea un tratamiento novedoso el cual logra porcentajes de remoción del 90% en DQO y sólidos suspendidos totales en cortos periodos a diferencia de los tratamientos biológicos otorgando una propuesta novedosa ya que es fácil de implementar. El tratamiento de electrocoagulación se realizó en celda tipo batch con un volumen de 200ml con ambos electrodos de cobre de dimensiones de 5x 2,5 cm conectados a una fuente de poder de corriente directa a 0,5 A, 1,0 A y 2,0A; se le adiciono 5g/L de NaCl o Na₂SO₄ a la muestra a tratar durante una hora cada 10 minutos evaluándose los parámetros fisicoquímicos, también determinó teóricamente la cantidad de Cu disuelto mediante la Ley de Faraday. El trabajo de investigación concluye en que las condiciones óptimas de operación se obtuvieron pH de 4 a los 6 minutos utilizando 0,5 A, 5g/L de NaCl y electrodos de cobre removiendo 61% de DQO, 59% de COT, 94% de color y 97% de turbiedad. Este trabajo se relaciona con la presente investigación en el aporte de la cantidad de dosis de NaCl utilizada (5g/L) con el cual aumentara la conductividad eléctrica facilitando la remoción de contaminantes gracias al proceso de electrocoagulación.

López G. (2014) en su tesis titulada **“Diseño de un proceso de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de una industria de yogurt”**, sustentada en la Universidad de Las Américas - Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias en Ecuador, el trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar un proceso de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de yogurt. Este trabajo busca caracterizar el efluente de la industria láctea y estudiar un método poco utilizado para su tratamiento estableciendo los parámetros de operación para la eficiencia del proceso. El investigador utilizo el diseño factorial 2³ con el fin de analizar la influencia de los factores sobre la variable sus factores fueron el tiempo (30 min y 60 min), número de placas (6 y 12placas) y el voltaje del sistema (6 y 12 voltios) teniendo ocho tratamientos para un volumen de tratamiento de 9 litros. El trabajo concluye en que el tiempo y el voltaje tienen poseen más incidencia sobre la remoción, se observó que las condicione optimas de operación para la remoción de 33 litros de efluente fue con 12 placas, 6 voltios, con un tiempo de 60 minutos y placas de sacrificio de aluminio. La relación que guarda con el trabajo de

investigación es la aportación del diseño factorial con el fin de analizar los factores otorgados en las dimensiones de la presente tesis.

Bazrafshan E, Farzadkia M. [et.al] (2012) en el artículo de investigación **“Slaughterhouse Wastewater Treatment by Combined Chemical Coagulation and Electrocoagulation Process”**, tiene como objetivo investigar la viabilidad del tratamiento de efluentes de camal mediante la coagulación química y la electrocoagulación comparando los resultados con los LMP de efluentes de industria de mataderos de Irán en los parámetros de DQO y DBO₅ los cuales son de 60 y 30 mg/L, a su vez determina la influencia de los parámetros dosis de coagulante, pH y voltaje aplicado y por ultimo proporciona el costo estimado del proceso de electrocoagulación como tratamiento. Al analizar los efluentes encontraron que estos excedían las normad de agua de Irán en los indicadores de DBO₅, DQO, coliformes totales y fecales. En su metodología los autores esperaron que las aguas residuales sedimentaran 24 horas antes de iniciar las experimentaciones, este proceso de decantación tuvo efecto en los parámetros de DBO₅ reduciendo un 13%, DQO un 28%, SST un 64% de remoción a pesar de ello aún se obtenían valores altos lo cual era un indicador que era necesario un tratamiento químico, para ello utilizo PACI (cloruro de polialuminio) variando en las dosis de 0 y 100 mg/L obteniendo buenos porcentajes de remoción, a pesar de ello los parámetros aun no llegan a la normativa por ello se aplicó luego la electrocoagulación aplicando de 10 a 40 voltios obteniendo a 40 V un porcentaje de remoción de 96% en DQO también se obtuvo 99.9% de remoción de los indicadores bacterianos al aplicar el mismo voltaje. El articulo concluye que el tiempo es un parámetro operacional importante en el tratamiento de aguas de camal, a su vez el realizar una sedimentación preliminar a la coagulación obtenemos porcentajes de remoción y que al aumentar el potencial eléctrico aumenta el costo de energía

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Marco Teórico

Para lograr entender la complejidad de las aguas residuales y/o efluentes se debe de conocer el tipo de proceso que se realiza dentro de las instalaciones de las

plantas de beneficio animal, en donde Gómez E. (2012) describe el proceso de la siguiente manera:

En las instalaciones de sacrificio los pollos son traídos en canastas desde las granjas avícolas estos son colgados de las patas mediante ganchos o cadenas llevándolos al área de proceso, las aves son aturdidas con descargas eléctricas dejándolas inconscientes, posteriormente se les realiza un corte en el cuello dejándolos desangrar, los pollos son introducidos a caldera el cual contiene agua a alta temperatura con el objeto de proporcionar la remoción de las plumas, en el área de desplumado, utilizan en ciertos casos maquinas que se encargan de esta tarea, en mataderos pequeños son realizadas a mano por el personal, terminado el desplume pasan al área de evisceración donde se cortan las cabezas, cloacas y se abre el cuerpo del animal. Las vísceras de los pollos son limpiadas y lavados en un proceso independiente de los canales. Estos son lavados con agua por 30 a 40 minutos para remover residuos de sangre y grasa, luego se enfría quedando el canal a 4°C, finalmente se empaican almacenándose en cuartos frigoríficos y se desinfecta el área de trabajo en la planta de beneficio. (p.53).

Es necesario conocer los procesos que se llevan a cabo en los camales ya que de ello comprenderemos el origen y las características que poseen estos efluentes, a su vez comentar también que en los camales informales o también llamados mataderos no se llevan a cabo todos estos procesos ni mucho menos cuentan con el adecuado manejo de los efluentes residuales, no proporcionándoles tratamiento debido a ello son descargados clandestinamente a los desagües.

Ver Anexo 1: Diagrama de Flujo Camal Avícola

El proceso de escalado mencionado anteriormente la FAO lo describe como empapar los pollos muertos en agua caliente durante cuatro minutos a temperatura de 50 a 58 °C para desprender las plumas de la piel, lo perjudicial de esta agua residual son que las bacterias y virus pueden llegar a resistir al proceso de escalado (p.02).

Este proceso es importante ya que si el agua es demasiado elevada daña la piel y carne del animal; debido a ello los efluentes descargados al desagüe presenta una temperatura elevada cabe mencionar que para ser vertidos estas aguas se dejan enfriar ya que si se desechan a la temperatura de 55°C que es la temperatura original estas dañarían el PVC del sistema de alcantarillado.

En cuanto a los efluentes generados en los procesos mencionados de la actividad agropecuaria son caracterizados como efluentes complejos y variables, que dependen de factores como el tipo de animal, grado de proceso, equipamiento y operaciones de limpieza. Gómez E. (2012) nos aporta una estadística dictada por la OMS en la que las plantas de beneficio generan efluentes en un volumen de 37,5 m³ por cada 1000 aves, compuestos de sangre, agua sangre y grasas, los cuales contienen altas concentraciones de materia orgánica como también de grasas, generando, espumas y malos olores que afectan los cuerpos de agua. (p.67)

Tomando la proporción estimada por el autor, en el camal de donde se tomó las muestras de aguas residuales se faenan aproximadamente 200 aves al día generando un volumen aproximado de 7,5 m³ es decir 750 litros descargados al alcantarillado al día.

Así mismo la Comisión Nacional del Medio Ambiente- Región Metropolitana (1998) nos describe que en los procesos de sangrado y evisceración se aporta carga orgánica al efluente, las proteínas y grasas vienen a ser el principal componente de la carga orgánica encontrándose también heparina, sales biliares; estos efluentes tienen altas temperaturas provenientes del proceso de escalado, contienen elementos patógenos y concentraciones de nitrógeno. (p.13). El proceso de evisceración y su limpieza aportan al efluente desechos fecales y resto de comida esta al descomponerse emite olores desagradables tanto en el ambiente de trabajo como en la comunidad donde se encuentre la planta de beneficio a trayendo vectores como las moscas que perjudican a la población y los enferman.

Otro de los contaminantes que presentan estos efluentes según Gómez (2012) son la alta cantidad de grasas que se mezclan generando capas cada vez de mayor tamaño que impregnan más calor, el cual afecta la fotosíntesis y de esta manera va minimizando el oxígeno generado por los organismos acuáticos; otra estadística aportada por el autor anteriormente mencionado es que en la fase de beneficio se encontró que por cada 5000 pollos se producen 210 litros de sangre y 56,8 litros de grasa” (p. 58). Tomando la proporción antes mencionada en el camal de donde se tomará las muestras de aguas residuales se faenan aproximadamente 200 aves al día genera 8,4 litros de sangre.

La problemática de estas aguas altamente contaminadas en los cuerpos de agua para Caldera et al. Citada por Gómez E. (2012) genera la elevación de la demanda bioquímica de oxígeno el cual reduce los niveles de oxígeno en el agua y por ende la disminución en la biota existente (p.68)

También Gómez E. (2012) menciona que en las plantas de beneficio se consumen altas cantidades de agua en las etapas de producción, durante el desplumado se consume volúmenes considerables ya que se debe lubricar la piel de los pollos y no dañarlas en el proceso de desplume, a su vez con el agua se empuja los restos de plumas por las canaletas evitando que se estanquen y generar acumulaciones; en las labores de limpieza y desinfección de equipos y materiales se utilizan también el agua a presión. (p. 84)

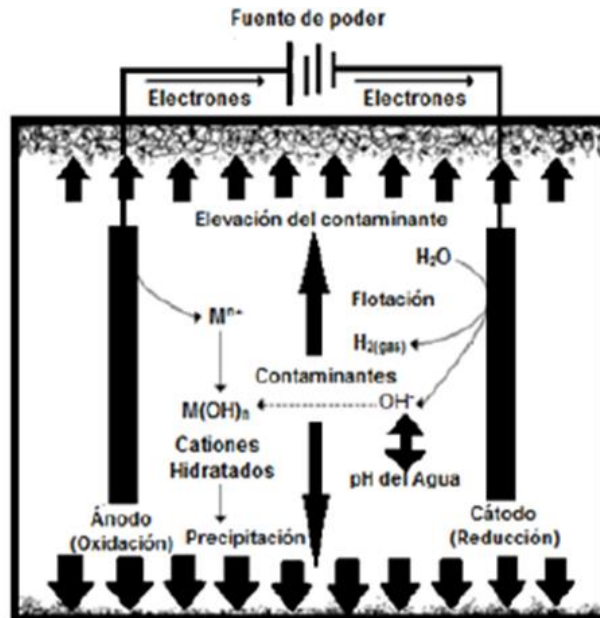
Para todo proceso productivo perteneciente a cualquier sector el uso del agua es indispensable, para minimizar el consumo de este recurso las empresas deben contar con un Sistema de Gestión Ambiental además tener adecuadas instalaciones diseñadas en prever que los residuos de los camales se junten con las aguas servidas.

Para el tratamiento de estos efluentes se plantea la electrocoagulación como una alternativa que puede reemplazar los procesos de coagulación tradicionales basada en la electroquímica, este proceso desestabiliza los coloides generando flocs que pueden decantar como también a través de la liberación de hidrógeno en uno de los electrodos es elevado a la superficie como espuma, al generarse una diferencia de potencial entre ellos empiezan los procesos de reducción en el cátodo y de oxidación en el ánodo, a través de reacciones químicas se generan hidróxido del metal donde se conglomeran los contaminantes.

Barrera C. (2014) Para ello se utiliza un reactor electroquímico el cual se compone de un depósito en la que van sumergidos los electrodos el ánodo o también llamado electrodo de sacrificio y el cátodo electrodo inerte, ambos van conectados a una fuente de alimentación, donde se produce una diferencia de potencial entre ambos electrodos generándose reducción en el cátodo convirtiendo los protones del agua en hidrógeno y en el ánodo la liberación de iones del metal, formándose hidróxidos donde quedan retenidos los contaminantes permitiendo la coagulación. (p.30)

Estas burbujas de hidrógeno producidas en el electrodo inerte, estas generan movimientos tanto ascendente como descendentes ayudando en la desestabilización de los coloides depositándose en la superficie. A continuación, se detalla el proceso de electrocoagulación en la figura 1.

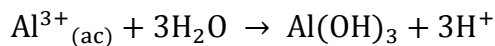
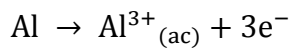
Figura 1: Proceso de Electrocoagulación



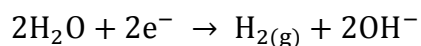
Fuente: Pantoja E. 2012 (Tomado de: Mollah P. et al, 2004)

Para Barboza G. (2011) las reacciones que se generan en el proceso de electrocoagulación utilizando ánodo de material aluminio se expresan de la siguiente manera (p.56):

En el ánodo:



En el Cátodo:

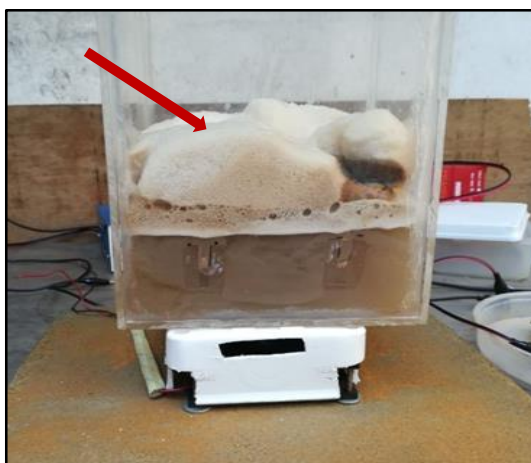


La hidrólisis generada en la electrocoagulación Barboza G. (2011) lo describe de la siguiente manera; el hidróxido formado permite la coagulación, a su vez el desprendimiento de hidrogeno y oxígeno en forma gaseosa provoca la separación

rápida de coloides y el arrastre de estos generando una espuma, facilitando su rápida extracción. (p.53)

Como se puede observar en la fotografía 1, en la experimentación del presente trabajo se observó que se elevaba unos 10 cm de espuma color blanquecino.

Fotografía 1: Generación de espuma en el Proceso de Electrocoagulación



Fuente: Elaboración Propia

En el proceso se debe tener en cuenta ciertos factores como el pH que según estudios influye en la eficiencia del proceso de electrocoagulación ya que se observa la alta capacidad de remoción de contaminantes en valores que se acercan a 7, el efluente de camal avícola utilizado e los tratamientos marcaba un pH 6,58 muy cercano a neutro. A su vez para Pantoja (2012) el factor tiempo es proporcional a la cantidad de iones del metal del electrodo de sacrificio disueltos en el agua. A mayor el tiempo del proceso, mayor es la cantidad de metal disuelto en el sistema. (p.36)

También en los estudios se centran en los materiales de electrodos que se usan, estos son: Acero inoxidable, Grafito, Hierro, Aluminio, Titanio, Cobre, Plomo, Carbón, Platino, Titanio, Níquel, dependiendo de las características de agua a tratar. En el caso para de efluentes con alto contenido de materia orgánica utilizan los electrodos de aluminio y hierro los cuales se observa que tienen un alto grado de remoción de contaminantes, a la vez son materiales fáciles de conseguir sin un elevado costo.

Otra característica importante es la densidad de corriente que se utiliza en el proceso, “El tratamiento con corriente continua o alterna ha sido demostrado en la inactivación de una gran variedad de microorganismos, incluyendo virus, bacterias, algas, coliformes, estreptococos fecales y especies relativamente grandes, así como la euglena (protozoo)” (Hernández P. 2011 p.35).

Así mismo Chen y Wong hablan sobre la importancia de la adición de cloruro de sodio “Se emplea usualmente para incrementar la conductividad del agua o del agua residual que se va a tratar. Además [...] se encontró que los iones cloruro [...] (evitan la formación de) una capa aislante sobre la superficie de los electrodos, [...] incrementando el potencial entre electrodos” (Barrera C. 2014, p. 172). Entre los electrolitos utilizados son NaCl, Na₂SO₄, NH₄Cl, NaNO₃, KCl, K₂SO₄, KNO₃ y (NH₄)₂SO₄.

Para la realización del proceso se contó con una fuente de alimentación esta tiene como objetivo proporcionar la tensión adecuada esto quiere decir convertir la tensión de la red eléctrica a una continua y regulable. (Electrocomponentes S.A. diapositiva 03) Siendo el voltaje aplicado de baja tensión que son aquellas tensiones menores a 1kV.

1.3.2. Marco Conceptual

La electrocoagulación: “es un proceso que utiliza la electricidad para eliminar contaminantes en el agua que se encuentran suspendidos, disueltos o emulsificados. La técnica consiste en inducir corriente eléctrica en el agua residual a través de placas metálicas paralelas de diversos materiales [...]. La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz que provoca las reacciones químicas que desestabilizan las formas en las que los contaminantes se encuentran presentes” (Arango A., 2005, p.20).

Camal: “Es un establecimiento destinado al beneficio de ganado (vacuno, ovino, etc.) y aves (pollo) para consumo humano y donde se realiza la clasificación, por el médico veterinario, de la carne (extra, primera, segunda). El establecimiento, para su funcionamiento, tiene certificación sanitaria por parte del SENASA. Los animales beneficiados en estos locales provienen mayormente de los centros de engorde” (DS-2009, p. 2).

Sangre y Grasas: “son residuos que se producen durante la fase de beneficio de los pollos, estos contienen elevadas concentraciones de materia orgánica biodegradable” (Gómez E, 2012, p.68).

Tratamiento de aguas: se define como “cualquier proceso, método o técnica que permita modifica las características físicas, química o biológicas del residuo líquido a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de daño a la salud y al ambiente” (DS-2009, p.4).

Estos procesos tienen como objetivo la eliminación de los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales.

pH: “Es el indicador que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica. Se calcula con el fin de estimar algún tipo de efecto por acidez o alcalinidad producida por acciones naturales o antropogénicas. La medición de este parámetro se realiza in situ. Se mide en una escala de 0 a 14. Los valores de pH menores a 7 indican que una sustancia es ácida, los valores de pH mayores a 7 indican que la sustancia es básica y si el pH es 7 indica que la sustancia es neutra”. (DIGESA, 2010, p.6)

Conductividad eléctrica: “Se define como la propiedad que se tiene para transmitir la electricidad, debido a la presencia de iones en solución” RAE (2015) (Hernández D. 2016, p.20)

Sólidos: “(Es aquel parámetro que) estima las cantidad de materia sólida, suspendida o disuelta, presente en el agua, entre las que se encuentra material flotante, coloidal y en solución [...]” (Barrera C., 2014, p.52).

DBO₅: “es una estimación de la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxida la materia orgánica de una muestra de agua durante un periodo de cinco días; es decir, es un parámetro que expresa la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación bioquímica de los compuestos orgánicos degradables existentes en el líquido residual.” (Barrera C. 2014, p.84)

DQO: “Es un parámetro que se utiliza para estimar la contaminación orgánica del agua. Se mide a partir de la cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes orgánicos que contienen; es decir, es la

estimación de la materia oxidable, en términos de oxígeno equivalente disuelto en el agua” (Barrera C., 2014, p.56)

1.3.3. Marco Legal

Ley General de Salud

Ley N° 26842- MINSA en el capítulo VIII de la Protección al Medio Ambiente para la Salud, artículo 104 nos dice que aquellas industrias generadoras de desechos tóxicos en este caso efluentes deberán llevar a cabo un tratamiento para el vertimiento a un curso de agua según las normas del sector correspondiente. Para ello deberá tener en cuenta para la toma de muestras de estos efluentes a la Resolución Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA que aprueba el "Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales", esta guía orienta sobre el contenido de las fichas de evaluación en campo, el patrón de muestreo, el manejo y conservación de las muestras para su análisis respectivo.

Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA

La norma de estipula los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domesticas otorgándonos parámetros establecidos para las descargas al sistema de alcantarillado con el objetivo de mantener las infraestructuras sanitaria en buen estado. Esta norma es aplicable para todos los usuarios que generen descargas al alcantarillado.

Tabla 1 : VMA de las descargas de aguas residuales no domesticas

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

Fuente: D.S. N° 021-2009-VIVIENDA

Norma técnica para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario- El Salvador

La norma del país de El Salvador decreta los Valores Máximos Permisibles de las descargas de aguas residuales, comparándola con la norma peruana no existe diferencia significativa entre ellas, se tomó esta ya que en los VMA SEDAPAL no da un valor para el parámetro Fósforo total a diferencia de esta que si lo considera.

Tabla 2: Norma técnica para regular calidad de aguas residuales en el país de El Salvador

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	mg/l	150
Aluminio (Al)	mg/l	10
Arsénico (As)	mg/l	1.0
Boro (B)	mg/l	3
Cadmio (Cd)	mg/l	1
Cianuro Total (CN)	mg/l	1
Cinc (Zn)	mg/l	5
Cobalto (Co)	mg/l	0.5
Cobre (Cu)	mg/l	3
Color Real*		
Compuestos fenólicos	mg/l	5
Cromo hexavalente (Cr ⁶⁺)	mg/l	0.5
Cromo total (Cr)	mg/l	3
DBO ₅	mg/l	400
Detergentes (SAAM)	mg/l	35
DQO	mg/l	1000
Fluoruros (F)	mg/l	6
Fósforo Total (P)	mg/l	45
Herbicidas totales	mg/l	0.1
Hidrocarburos	mg/l	20
Hierro total (Fe)	mg/l	20
Manganeso total (Mn)	mg/l	4
Materiales Flotantes	mg/l	Ausentes
Mercurio (Hg)	mg/l	0.02
Molibdeno (Mo)	mg/l	4
Níquel (Ni)	mg/l	4
Nitrógeno Total (N)	mg/l	100
Organoclorados	mg/l	0.05
Organo fosforados y Carbamatos	mg/l	0.25
PH	mg/l	5.5-9.0
Plata (Ag)	mg/l	3
Plomo (Pb)	mg/l	1.0
Selenio (Se)	mg/l	0.15
Sólidos sedimentables	ml/l	20
Sólidos suspendidos totales	mg/l	450

Fuente: Norma técnica para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario - El Salvador

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

- ¿De qué manera el uso de la tecnología de electrocoagulación trata al efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017?

1.4.2. Problemas Específicos

Mediante este trabajo de Investigación se plantean los siguientes Problemas Específicos:

- ¿Cuál será el voltaje estimado para el tratamiento efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017?
- ¿Cuál será el tiempo de operación para el tratamiento efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017?
- ¿Cuál será la concentración de NaCl para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017?

1.5. Justificación del estudio

La degradación y/o contaminación ambiental ha sido reconocida como un grave problema mundial durante las últimas décadas. Varias naciones han iniciado la toma de medidas, regidas primordialmente a reducir la contaminación del agua, tanto en sectores sociales como industriales. Todas las actividades del hombre generan un impacto sobre el medio ambiente (ecosistemas) y los efluentes líquidos no son la excepción.

“A pesar de técnicas bien conocidas [...], hay más de mil millones de personas en el mundo que todavía no tienen acceso a agua potable segura. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, cerca de cuatro mil quinientos niños mueren diariamente por las consecuencias del agua contaminada y del saneamiento inadecuado” (Baird C. y Cann M., 2014 p.308)

“El procesamiento de las aves durante la matanza genera contaminaciones por los desechos animales después del sacrificio. Esta etapa productiva es intensiva en el

uso de agua, volúmenes muy altos que deben ser canalizados y tratados antes de permitir su descarga a los sistemas de drenaje regular”. (Pérez y Pratt. 1997, p. 08)

Debido a ello investigaciones dan la alternativa de electrocoagulación para el tratamiento de estas aguas, con muchas ventajas como la fácil operación, equipos simples y el no uso de aditivos químicos.

Hernández P. (2011) recalca que “Diferentes estudios demuestran que la eficiencia del tratamiento de agua por electrocoagulación es superior a la coagulación convencional por sulfato de aluminio, removiendo 20% más del carbono orgánico disuelto en al agua a tratar, y se requieren tiempos de contactos cortos en el tratamiento de aguas” (p. 42).

Este proceso tiene ventajas en los costos de operaciones que son menores comparadas con la coagulación convencional, a su vez el equipo es de fácil operación; los lodos generados son más compactos facilitando su adecuada disposición, entre otros beneficios. Es por ello que en esta investigación se propone un tratamiento por electrocoagulación y ver en la práctica si este puede o no lograr a ser eficiente en el tratamiento de efluentes de camal, logrando en el mejor de los casos una alternativa al tratamiento convencional y sus efluentes que este genera.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- El uso de la tecnología de electrocoagulación es óptimo para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017

1.6.2. Hipótesis Específicas

Mediante este trabajo de Investigación se plantean las siguientes Hipótesis Específicas:

- El voltaje estimado es de 25 voltios para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017.
- El tiempo de operación es de 30 minutos para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017.

- La concentración de NaCl es de 10 g/L para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Evaluar el uso de la tecnología de electrocoagulación en el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017

1.7.2. Objetivos Específicos

En este trabajo de Investigación se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el voltaje estimado para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017
- Determinar el tiempo de operación para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017
- Determinar la concentración de NaCl para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El diseño utilizado para la realización de este trabajo de investigación es experimental de tipo descriptiva debido a que tiene como fin demostrar que el proceso de electrocoagulación es óptimo a través de recolección de información de varias muestras de un mismo fenómeno para ser comparadas.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variables

Tomando en consideración el título de la presente investigación: “Uso de la Tecnología de Electrocoagulación para el Tratamiento de Efluentes de Camal Avícola a nivel de Laboratorio, SJL año 2017”, como se puede observar en el siguiente cuadro de operacionalización.

Las variables son:

a) Variable Independiente:

Uso de la tecnología de Electrocoagulación

b) Variable Dependiente:

Tratamiento efluente de camal avícola

Ver Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

Cuadro 1 : Operacionalización de las variables

TÍTULO: USO DE LA TECNOLOGÍA DE ELECTROCOAGULACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE CAMAL AVICOLA A NIVEL DE LABORATORIO, SJL 2017					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
V.I.: USO DE LA TECNOLOGÍA DE ELECTROCOAGULACIÓN	"La electrocoagulación es un proceso que utiliza la electricidad para eliminar contaminantes en el agua que se encuentran suspendidos, disueltos o emulsificados. La técnica consiste en inducir corriente eléctrica en el agua residual a través de placas metálicas paralelas (...). La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz que provoca las reacciones químicas que desestabilizan las formas en las que los contaminantes se encuentran presentes" (Arango A. 2005).	La variable se midió mediante una ficha técnica de equipo, en la cual se describió al reactor, su fabricación que fue de material de acrílico de 12cmX15cmX20cm, también se describió a los electrodos de hierro y aluminio de 10cmX2,5 cm, y el tipo de fuente que se utilizó el cual fue 0 a 9 A y 0 a 30 V los cuales fueron conectados a los electrodos a través de cables cocodrilos puestos intercaladamente.	Voltaje Estimado	20	V
				25	
			Tiempo de Operación	15	min
				30	
			Concentración de NaCl	5	g/L
				10	
V.D.: TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE CAMAL AVICOLA	"El tratamiento es cualquier proceso, método o técnica que permita modifica las características físicas, química o biológicas del residuo líquido a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de daño a la salud y al ambiente" (Proyecto DS-2009 p.4).	La variable se midió a través de una ficha de experimentación en la cual se fijó el voltaje, el tiempo de operación y la concentración de NaCl, realizándose ocho tratamientos con tres repeticiones respectivamente, posteriormente se analizaron las muestras en el laboratorio evaluando los parámetros físicos y químicos del agua residual tratada comparándolas con los VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas D.S. 021-2009 VIVIENDA y con la Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario de El Salvador.	Parámetros Físicos (Inicial-Final)	Solidos suspendidos totales	mg/L
				Conductividad Eléctrica	mS/Cm
			Parámetros Químicos (Inicial-Final)	pH	Unidades pH
				DQO	mg/L
				Fósforo Total	mg/L
				Aluminio disuelto	mg/L
				DBO ₅	mg/L

2.2.2. Definición Operacional

2.2.2.1. Uso de la Tecnología de Electrocoagulación

La variable se midió mediante una ficha técnica de equipo, en la que se describió al reactor, su fabricación el cual fue de material acrílico de dimensiones 12cmX15cmX20cm, también se describió a los electrodos de hierro y aluminio de 10cmX2.5cm, y el tipo de fuente que se utilizó el cual fue 0 a 9A y 0 a 30V los cuales fueron conectados a los electrodos a través de cables cocodrilos puestos intercaladamente.

2.2.2.2. Tratamiento de efluentes de Camal Avícola

La variable se midió a través de una ficha de experimentación en la cual se fijó el voltaje, el tiempo de operación y la concentración de NaCl, realizándose ocho tratamientos con tres repeticiones, posteriormente se analizaron las muestras en el laboratorio evaluando los parámetros físicos y químicos del agua residual tratada comparándolas con los VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas D.S. 021-2009 VIVIENDA y con la Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario de El Salvador.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Unidad de Análisis

La unidad de análisis está conformada por las muestras de aguas residuales de camal avícola en el distrito de Ate, el cual posteriormente de realizar el tratamiento mediante el proceso de electrocoagulación.

2.3.2. Población

La población del trabajo de investigación será el efluente generado en el camal avícola, este camal se encuentra ubicado en la Av. Pedro Ruiz Gallo en el distrito de Ate el cual opera desde las 3 de la mañana hasta las 10 am.

2.3.3. Muestra

Las muestras tomadas para el tratamiento de electrocoagulación fueron realizadas antes de ser descargadas al alcantarillado. Se tomó cuatro bidones de 4 litros

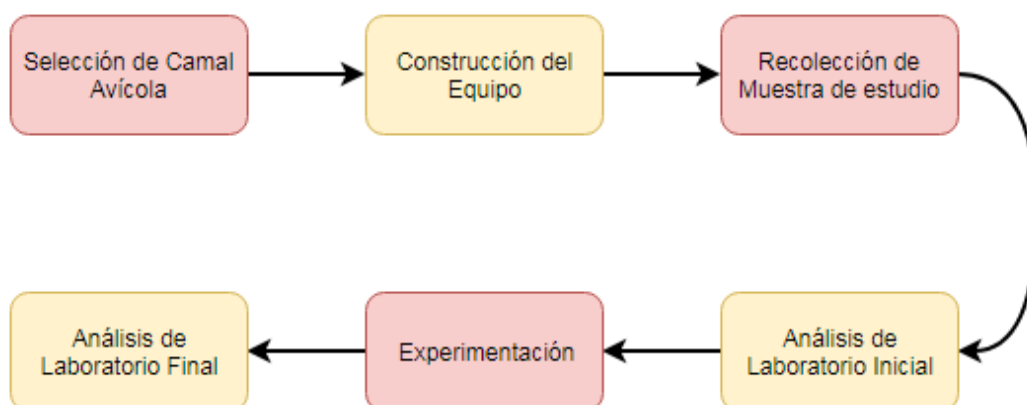
aproximadamente, cada vez que sea necesario para los tratamientos de la investigación. Siendo el volumen total de la muestra 30 litros de agua residual.

Debido a que el flujo de agua residual no es continuo, se decidió tomar muestras simples, una vez tomadas las muestras del punto de muestreo escogido, fueron llevadas a refrigeración inmediatamente para que se preserven hasta el momento de su uso.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas y Descripción del Procedimiento

Ilustración 1: Procedimiento del trabajo de investigación por etapas



Fuente: Elaboración Propia

✚ Etapa selección de camal avícola

Se obtuvieron dos posibles camales uno ubicado en la Urb. San Antonio cerca de Manylsa y el segundo que se encuentra en la Av. Pedro Ruiz Gallo ambas en el distrito de Ate, se optó por la segunda ya que es más accesible no obstaculizo el poder sustraer efluentes y que también se encontraba a tres cuadras del lugar donde se realizaría la experimentación.

✚ Etapa construcción del equipo

Para el diseño de equipo se fabricó un reactor tipo Bach a escala en forma de paralelepípedo rectangular de acrílico de dimensiones 12cmx15cmx20cm para un

volumen máximo de 3 litros, las dimensiones de los electrodos fueron otorgados por Meléndez O y Villalobos E. (2011) las cuales utilizaron electrodos de dimensiones de 10 x 2.5 cm de materiales de hierro no galvanizado y aluminio ambos de uso comercial, la plancha de aluminio adquirida en vidrierías y la de hierro no galvanizado en herraderías estas fueron cortadas con ayuda de una amoladora; la fuente de energía utilizada fue regulable en el voltaje que se requiere aportar fluctuando entre 12 a 30 voltios y de 0 a 9 amperios esta adquirida en Av. Paruro, a su vez se acondicionó un multímetro en serie para la medición de la intensidad de corriente.

También se fabricó un agitador magnético tomando como guía un video de internet perteneciente al usuario Oficina Videoaulas, utilizando un ventilador de computadora, un imán de neodimio adherido a este con pegamento, y todo ello atornillado a una base de madera gruesa ya que este generaba vibración y desplazamiento del armado, se protegió las hélices del ventilador y el imán con una caja de paso acondicionado a la altura del reactor ya que si esta medida fuese mayor el imán de agitación se desprendería y no generaría revoluciones; se conectaron los cables del ventilador a una fuente de energía de 0 a 24 voltios, regulándola hasta 9 voltios. Para obtener la cantidad de revoluciones se marcó un extremo de la pastilla y se realizó un video utilizando el agitador con agua de grifo, a través de programa para edición de video en cámara lenta se pudo promediar las revoluciones por minuto generadas.

Cuadro 2: Determinación de revoluciones por minuto de agitador magnético fabricado

Tiempo	Cantidad de Revoluciones (rpm)
1er minuto	221
2do minuto	218
3er minuto	219
4to minuto	220
5to minuto	221
Promedio	220 rpm

Fuente: Elaboración Propia

✚ Recolección de muestra de estudio

Para la toma de muestra realizada en el camal avícola ubicado en la Av. Pedro Ruiz Gallo en el distrito de Ate se tomó en cuenta el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales DIGESA R.D. N° 2254/2007/DIGESA/SA (11 de setiembre del 2007), se tomó en cuenta que el muestreo se realizó en el distrito de Ate.

Se tomaron las muestras de los efluentes antes que estos sean vertidos a la alcantarilla se llenaron tres bidones de 4 litros cada uno, estas muestras fueron colocadas en un cooler de tecnopor con compresas frías para mantener la muestra hasta llevarlas a un refrigerador, teniendo sumo cuidado ya que podrían contaminarse y generar data no puntual en los resultados del proyecto de investigación, para ello se seguirá las recomendaciones establecidos en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales”.

Para la identificación de las muestras los recipientes utilizados en la recolección de muestras se rotularon con escritura clara y legible, contado con el número de muestra, código de identificación y breve descripción, el rotulado se protegido para evitar su deterioro.

✚ Etapa análisis de laboratorio inicial

Para el desarrollo de la investigación se llevó una serie de procedimientos y técnicas con el fin de conocer los parámetros físico y químicos del efluente antes de entrar al tratamiento. Estos procedimientos se llevaron a cabo en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo en San Juan de Lurigancho.

✚ Etapa Experimentación

Se realizaron ocho tratamientos con tres repeticiones para cada caso, en cada caso se varió el voltaje, el tiempo y la concentración de NaCl, se utilizó electrodos de Aluminio (ánodo) y Hierro no galvanizado (cátodo) tal como López G.(2014) en la construcción del electrocoagulador a escala piloto también Barboza G. (2011) la cual utilizó como ánodo placas de aluminio y de cátodo rejilla de acero inoxidable; estas se sumergieron en un litro de muestra de agua residual de camal avícola, fueron conectados a una fuente de corriente continua entre 20 - 25V , los intervalos

de tiempo fueron de 15 minutos - 30 minutos como también lo realizó López G. (2014) tomando los tiempos de 30 a 60 minutos para sus experimentos; agregando 5g/L o 10g/L de NaCl (sal común) previamente pesados en la balanza analítica del laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo y selladas en papel, esta concentración fue otorgada por Hernández D. (2016) la cual adicionó 1g/200ml (5g/L) de NaCl para incrementar la conductividad del efluente de rastro; se disolvió la cantidad de sal previamente pesada en un vaso precipitado de 100 ml con el mismo efluente y se procedió a verter en la probeta de litro aforando 1000 ml para los tratamientos. A su vez se midió la intensidad de corriente ya que se acondicionó un multímetro en serie para observar la variación de corriente en los tratamientos, terminada la experimentación se desechó la espuma sobrenadante y el efluente tratado se pasó a otros recipientes en los cuales se dejó reposar 3 horas esperando que los flóculos sedimentarán.

Cuadro 3: Factores que intervinieron en la experimentación

Factores		
Voltaje	20 V	25 V
Tiempo	15 min	30 min
Concentración de NaCl	5 g/L	10 g/L

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la distribución de los tres factores obteniendo un total de 8 tratamientos como se describe a continuación:

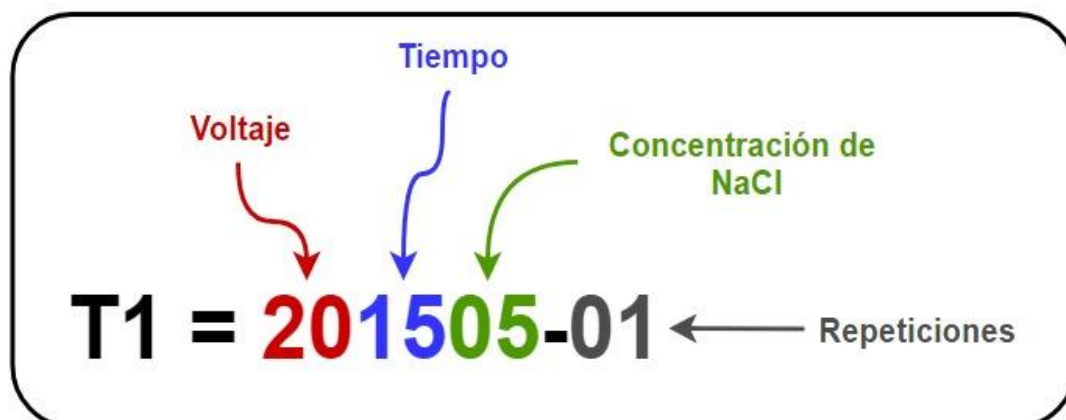
Cuadro 4: Tratamientos dados al efluente de camal avícola

Nº Total de experiencias	Tratamientos	Voltaje estimado (V)	Tiempo de operación (min)	Concentración de NaCl (g/L)
1	T1	20	15	5
2	T2	20	15	10
3	T3	20	30	5
4	T4	20	30	10
5	T5	25	15	5
6	T6	25	15	10
7	T7	25	30	5
8	T8	25	30	10

Fuente: Elaboración Propia

Para identificar las muestras de los tratamientos se optó por codificarlas con el voltaje, el tiempo y la concentración respectiva tal como la ilustración 3.

Ilustración 2: Codificación de las muestras



Fuente: Elaboración Propia

✚ Etapa análisis de laboratorio final

Para conocer los parámetros físicos y químicos del agua residual tratadas, estos procedimientos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo en San Juan de Lurigancho y en el laboratorio DeltaLab¹.

2.4.2. Técnicas de Recolección de datos

La técnica utilizada en la presente investigación fue la observación experimental, en la que el investigador forma parte del área donde se desarrollan los tratamientos utilizando el sentido de la vista.

2.4.3. Instrumento

Se empleará como instrumento de recolección de datos una ficha técnica de equipo, una ficha de registro de datos de campo y una ficha de registro de datos.

Ver Anexo 3: Ficha Técnica de Equipo

Ver Anexo 4: Ficha de Registro de Campo

Ver Anexo 5: Cadena de Custodia

Ver Anexo 6: Ficha de Registro de Experimentación

¹ DELTA LAB S.A.C., Laboratorio de Análisis Medio Ambientales, identificado con N° de RUC: 20512976795

2.4.4. Validez y Confiabilidad del Instrumento

Para lograr que los instrumentos tengan un criterio y nivel de confiabilidad, se empleó la técnica de validez de contenido y/o informe de opinión de expertos, mediante este criterio, se solicitará la validación de un grupo multidisciplinario de especialistas.

Ver Anexo 7: Informes de validación de especialistas

Cuadro 5: Validación del Instrumento de Investigación

Especialista	Promedio de valoración obtenido
M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco	80%
Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales	95%
Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres	90%
Dr. José Eloy Cuellar Bautista	85%
Dr. Sabino Muñoz Ledesma	80%
TOTAL	86%

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Métodos de análisis de datos

2.5.1. Recojo de Datos

Se realizó el proceso de recojo de datos mediante la utilización de la ficha de experimentación en la cual van los datos que se van obteniendo luego del tratamiento, para ello las muestras son llevadas al laboratorio de biotecnología evaluando sus parámetros físicos y químicos según los métodos normalizados para cada tipo de prueba estos se tendrán que llevar a cabo en el transcurso de una semana ya que se está trabajando con muestras de alto contenido orgánico y si no son refrigeradas a tiempo ya que si no se le da una adecuada manipulación las muestras tienden a descomponerse.

2.5.2. Proceso de análisis de datos

El análisis se realizará mediante la elaboración de cuadros e histogramas utilizando el software Microsoft Excel para los parámetros medidos de las muestras antes y

después del tratamiento los cuales mostrarán el promedio, valores mínimos y máximos, también a través de programa de computadora se determinará cuál de los tratamientos fue más eficiente y si el proceso de electrocoagulación en general es eficiente para el tratamiento de aguas, a su vez estos resultados obtenidos se comparan normas para este tipo de efluentes.

A su vez se utilizó el software SAS para determinar:

- Prueba Anova: Para analizar muestras relacionadas.
- Prueba Tukey: para determinar el mejor tratamiento.

2.6. Aspectos éticos

De acuerdo a nuestra rama de la ingeniería, la ingeniería ambiental tiene sus respectivos planteamientos éticos y morales por lo que la ética ambiental nace de los problemas que van en la relación del hombre con la naturaleza, “para ello debemos tener en claro que los principios de interdependencia, diversidad, mantenimiento, recuperación de recursos y armonía interrelacional de los ecosistemas forman las bases de la continuidad de nuestra existencia y que cada una de esas bases posee un umbral de sustentabilidad que no debe ser sobrepasado”(Solís L. y López J. p.44).

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de la muestra

A continuación se detallará los resultados obtenidos por el laboratorio de Biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo y el Laboratorio DeltaLab en las cuales se realizaron la caracterización del efluente de matadero avícola para conocer su composición física y química, a su vez se evaluará si los rangos se encuentran según los reglamentos teniendo como base estos resultados y compararlos con los obtenidos luego de los tratamientos.

Ver Anexo 8: Informes de Laboratorio

Cuadro 6: Caracterización de las aguas residuales de origen avícola antes de la electrocoagulación

Agua Residual Camal Avícola		Normativa	
		D.S. N°021-2009-VIVIENDA	VMP ² descargas al alcantarillado
Parámetros Físicos			
Sólidos Suspendedos Totales	131,4 mg/L	500 mg/L	450 mg/L
Conductividad Eléctrica	3,73 ms/cm	-	-
Parámetros Químicos			
pH	6,58	6-9	5,5 - 9,0
DQO	8 439,50 mg/L	1000 mg/L	1 000mg/L
Fosforo Total	1 556,00 mg/L	-	45 mg/L
Aluminio Disuelto	0,745 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
DBO ₅	4 822,57 mg/L	500 mg/L	400 mg/L

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro 6 los resultados de análisis del efluente de camal avícola no cumplen con las normativas de Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas ni con la Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario

² VMP: Valor Máximo Permisible

de El Salvador, donde se muestra que en los parámetros de DQO, DBO5 y Fósforo Total superan los VMA también se muestra que los SST y el Aluminio Total se mantienen en el rango aceptable para estas normativas.

3.2. Análisis de las muestras tratadas

Los datos obtenidos corresponden a los análisis realizados a los ocho tratamientos y 3 repeticiones respectivamente siendo un total de 24 muestras. Los parámetros fueron analizados en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo en San Juan de Lurigancho y en el laboratorio DeltaLab en Ate.

3.2.1. Parámetros Físicos

3.2.1.1. Remoción Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el agua residual luego de la electrocoagulación

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos de sólidos suspendidos totales de los ocho tratamientos realizados, se tomaron tres mediciones, se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro 7: Resultados obtenidos de SST de los tratamientos

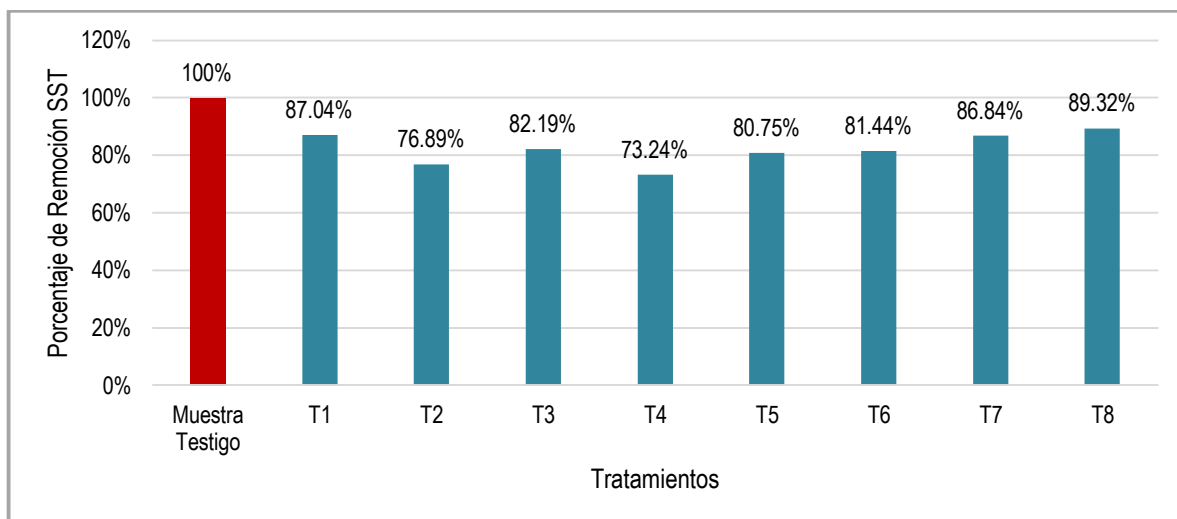
Tratamiento	Código	Primera repetición	Segunda repetición	Tercera repetición	Promedio mg/L	Porcentaje de Remoción
Muestra Testigo	Blanco	131,8	131,5	130,9	131,4	100 %
T1	201505	16,9	17	17,2	17,03	87,04 %
T2	201510	30,2	30,5	30,4	30,37	76,89 %
T3	203005	23,6	23,5	23,1	23,4	82,19 %
T4	203010	35,3	35	35,2	35,17	73,24 %
T5	251505	25,1	25,5	25,3	25,3	80,75 %
T6	251510	24,9	24,5	23,8	24,4	81,44 %
T7	253005	17,1	17,5	17,3	17,3	86,84 %
T8	253010	13,8	14	14,3	14,03	89,32 %

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 7 se muestra los valores de Sólidos Suspendidos Totales (SST) obtenidos al aplicar los tratamientos de electrocoagulación, como se observa la muestra sin tratamiento presenta 131,4 mg/L de DQO luego de aplicar los

tratamientos se observa que, en el tratamiento 8 (253010) en la cual se utilizó 25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación, el valor de DQO desciende a 24,4 mg/L de SST.

Gráfico 1: Porcentaje de Remoción de SST luego de los tratamientos



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 1 se corrobora lo que manifiesta en el cuadro 7 al compararse la muestra testigo tomando a un 100% el Tratamiento 8 (25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación), se observa que remueve un 89,32% del parámetro SST.

3.2.1.2. Conductividad eléctrica en el agua residual luego de la electrocoagulación

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos de conductividad eléctrica de los ocho tratamientos realizados, se tomaron tres mediciones, se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro 8: Resultados obtenidos de Conductividad Eléctrica de los tratamientos

Tratamiento	Código	Primera repetición	Segunda repetición	Tercera repetición	Promedio mS/cm
Muestra Testigo	Blanco	3,7	3,73	3,69	3,7
T1	201505	12,88	12,82	12,54	12,75
T2	201510	19,39	19,17	19,20	19,25

T3	203005	13,81	13,42	13,51	13,58
T4	203010	20,1	19,63	19,91	19,88
T5	251505	11,93	12,35	12,68	12,32
T6	251510	18,76	17,94	16,87	17,86
T7	253005	11,68	11,67	11,74	11,7
T8	253010	19,29	18,75	18,44	18,83

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 8 se muestra los valores de conductividad eléctrica obtenidos al aplicar los tratamientos de electrocoagulación, como se observa la muestra sin tratamiento presenta 3,7ms/cm luego de aplicar los tratamientos se observa que las variaciones fluctúan entre 11,7ms/cm a 19,25 ms/cm en los tratamientos estos variaron según la concentración de NaCl de cada tratamiento.

3.2.2. Parámetros Químicos

3.2.2.1. Potencial de Hidrogeno en el agua residual luego de la electrocoagulación

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos de pH de los ocho tratamientos realizados, se tomaron tres mediciones, se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro 9: Resultados obtenidos de pH de los tratamientos

Tratamiento	Código	Primera repetición	Segunda repetición	Tercera repetición	Promedio
Muestra Testigo	Blanco	6,53	6,64	6,57	6,58
T1	201505	7,23	6,89	7,51	7,20
T2	201510	6,59	6,44	6,45	6,50
T3	203005	6,91	6,88	7,24	7,00
T4	203010	6,65	6,09	6,21	6,30
T5	251505	6,81	6,65	6,98	6,80
T6	251510	6,13	6,24	6,09	6,20
T7	253005	6,78	6,77	6,79	6,80
T8	253010	6,20	6,32	6,23	6,30

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 9 se muestra los valores de pH obtenidos al aplicar los tratamientos de electrocoagulación, como se observa la muestra sin tratamiento presenta 6,58 de pH luego de aplicar los tratamientos se observa que las variaciones fluctúan entre 6,20 a 7,20 en los tratamientos.

3.2.2.2. Remoción Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el agua residual luego de la electrocoagulación

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos de DQO de los ocho tratamientos realizados, se tomaron tres mediciones, se promedió los resultados para realizar la comparación.

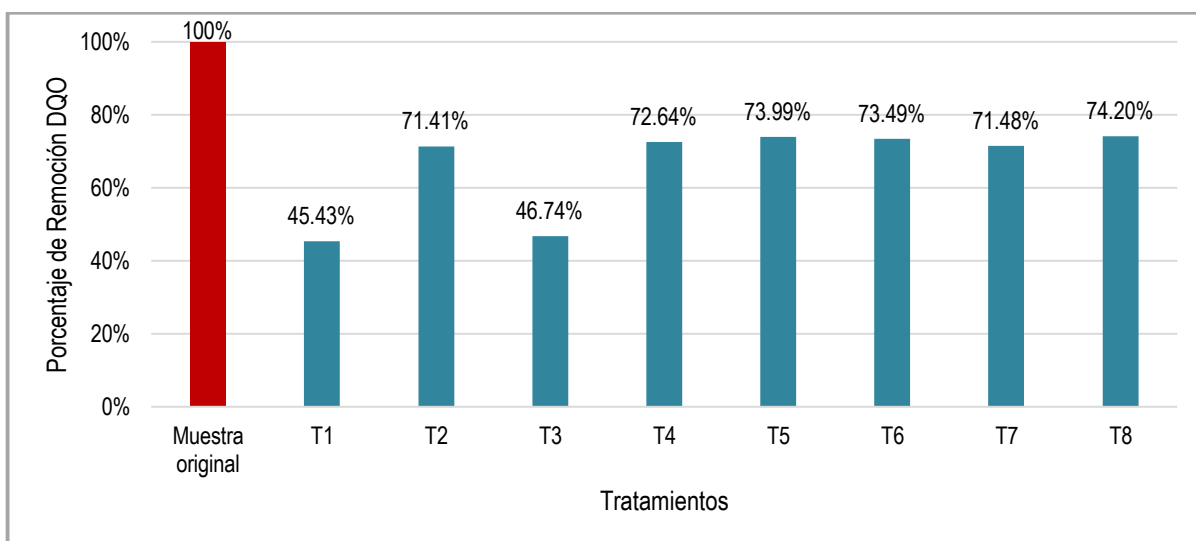
Cuadro 10: Resultados obtenidos de DQO de los tratamientos

Tratamiento	Código	Primera repetición	Segunda repetición	Tercera repetición	Promedio mg/L	Porcentaje de Remoción
Muestra Testigo	Blanco	8 438,10	8 439,50	8 440,30	8 439,30	100%
T1	201505	4 928,50	4 081,00	4 807,50	4 605,67	45,43%
T2	201510	2 354,50	2 414,30	2 470,50	2 413,10	71,41%
T3	203005	4 807,50	4 233,50	4 444,50	4 495,17	46,74%
T4	203010	2 583,80	2 099,50	2 244,80	2 309,37	72,64%
T5	251505	2 202,00	2 101,00	2 282,80	2 195,27	73,99%
T6	251510	2 261,50	2 206,50	2 243,30	2 237,10	73,49%
T7	253005	2 399,50	2 478,50	2 343,50	2 407,17	71,48%
T8	253010	2 192,76	2 196,30	2 143,30	2 177,45	74,20%

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 10 se muestra los valores de DQO obtenidos al aplicar los tratamientos de electrocoagulación, como se observa la muestra sin tratamiento presenta 8 439,30 mg/L de DQO luego de aplicar los tratamientos se observa que, en el tratamiento 8 (253010) en la cual se utilizó 25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación, el valor de DQO desciende a 2 177,45 mg/L de DQO.

Gráfico 2: Porcentaje de Remoción de DQO luego de los tratamientos



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 2 se corrobora lo que manifiesta en el cuadro 10 al compararse la muestra testigo tomando a un 100% el Tratamiento 8 (25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación), se observa que remueve un 74,8% del parámetro DQO.

3.2.2.3. Remoción Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) en el agua residual luego de la electrocoagulación

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos de DBO₅ de los ocho tratamientos realizados, se tomaron tres mediciones, se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro 11: Resultados obtenidos de DBO₅ de los tratamientos

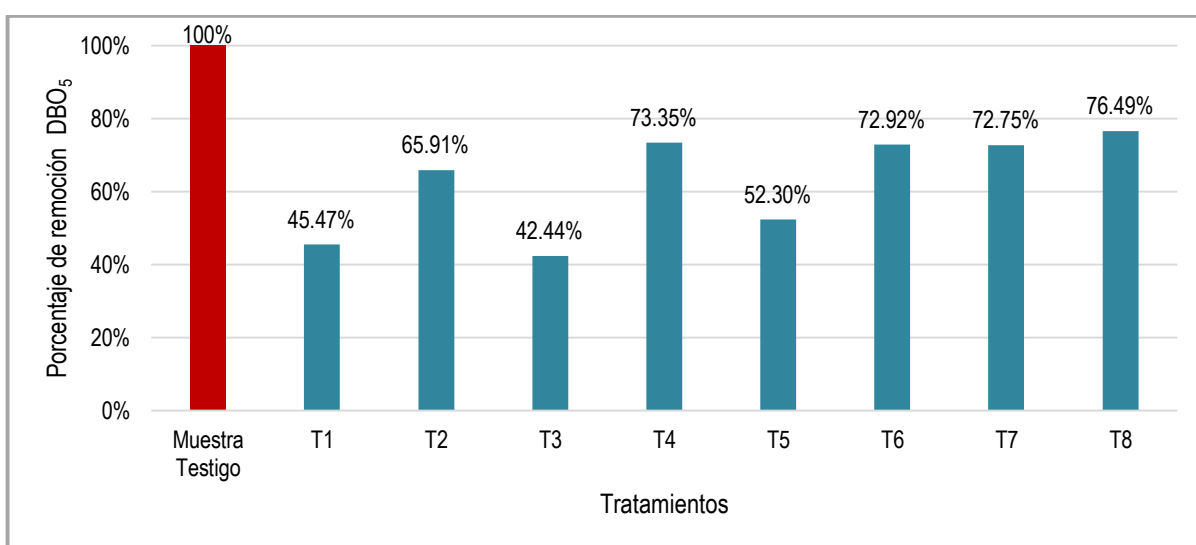
Tratamiento	Código	Primera repetición	Segunda repetición	Tercera repetición	Promedio mg/L	Porcentaje de Remoción
Muestra Testigo	Blanco	4 839,29	4 822,57	4 817,54	4 826,47	100%
T1	201505	2 816,29	2 332,00	2 747,14	2 631,81	45,47%
T2	201510	1 916,86	1 379,60	1 640,29	1 645,58	65,91%
T3	203005	2 747,14	2 847,71	2 739,71	2 778,19	42,44%
T4	203010	1 276,46	1 299,71	1 282,74	1 286,30	73,35%
T5	251505	2 401,14	2 200,57	2 304,46	2 302,06	52,30%
T6	251510	1 235,14	1 346,57	1 339,03	1 306,91	72,92%

T7	253005	1 299,71	1 330,57	1 339,03	1 315,14	72,75%
T8	253010	1 110,15	1 155,03	1 139,03	1 134,74	76,49%

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 11 se muestra los valores de DBO₅ obtenidos al aplicar los tratamientos de electrocoagulación, como se observa la muestra sin tratamiento presenta 4 839,29 mg/L de DBO₅ luego de aplicar los tratamientos se observa que, en el tratamiento 8 (253010) en la cual se utilizó 25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación, el valor de DBO₅ desciende a 1 139,03 mg/L de DBO₅.

Gráfico 3: Porcentaje de remoción de DBO₅ luego de los tratamientos



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 3 se corrobora lo que manifiesta en el cuadro 11 al compararse la muestra testigo tomando a un 100% el Tratamiento 8 (25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación), se observa que remueve un 76,49% del parámetro DBO₅.

3.2.2.4. Remoción de Fósforo Total en el agua residual luego de la electrocoagulación

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos de fósforo total de dos de los tratamientos realizados, estos resultados fueron analizados en el laboratorio DeltaLab ubicado en el distrito de Ate.

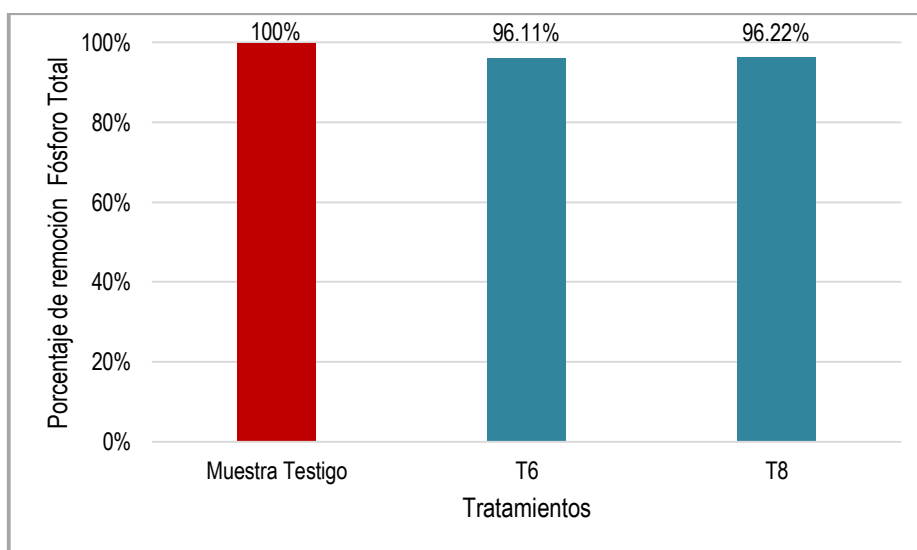
Cuadro 12: Resultados obtenidos de Fósforo Total de los tratamientos

Tratamiento	Código	Fósforo Total mg/L	Porcentaje de Remoción
Muestra Testigo	Blanco	1 556,00	100%
T6	251510	60,50	96,11%
T8	253010	58,80	96,22%

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 12 se muestra los valores de fósforo total obtenidos al aplicar los tratamientos de electrocoagulación, como se observa la muestra sin tratamiento presenta 1556,00 mg/L de fósforo total luego de aplicar los tratamientos se observa que, en el tratamiento 8 (253010) en la cual se utilizó 25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación, el valor de fósforo total desciende a 58,8 mg/L.

Gráfico 4: Porcentaje de remoción de fósforo total luego de los tratamientos



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4 se corrobora lo que manifiesta en el cuadro 12 al compararse la muestra testigo tomando a un 100% el Tratamiento 8 (25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación), se observa que remueve un 96,22% del parámetro Fósforo Total.

3.2.2.5. Aluminio Disuelto en el agua residual luego de la electrocoagulación

En el siguiente cuadro se observan los resultados obtenidos de Aluminio total del mejor de los tratamientos realizados, el tratamiento 8, este resultado fue analizado en el laboratorio DeltaLab ubicado en el distrito de Ate.

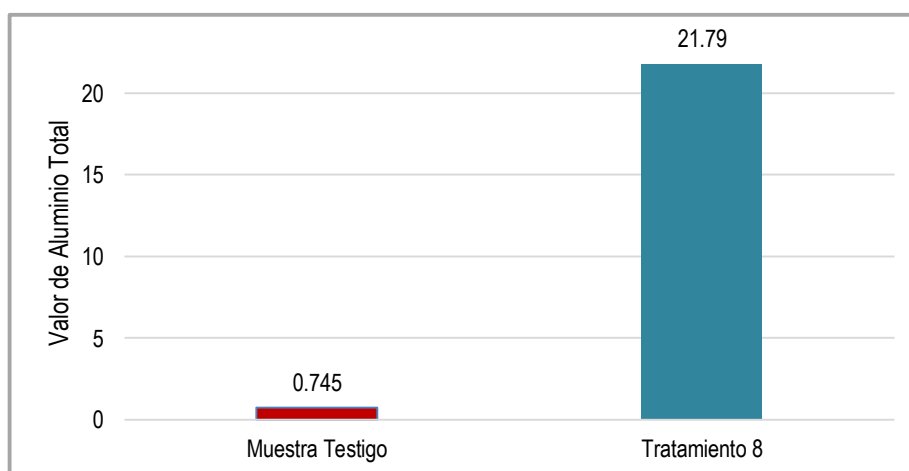
Cuadro 13: Resultados obtenidos de Fósforo Total de los tratamientos

Tratamiento	Código	Aluminio Total mg/L
Muestra Testigo	Blanco	0,745
T8	253010	21,79

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 13 se muestra los valores de Aluminio total obtenidos al aplicar el tratamientos de electrocoagulación, como se observa la muestra sin tratamiento presenta 0,745 mg/L de Aluminio total disuelto en el agua luego de aplicar el tratamiento se observa que, en el tratamiento 8 (253010) en la cual se utilizó 25 voltios con una concentración 10 mg/L por 30 minutos de operación, el valor de de aluminio aumenta considerablemente a 21,79 mg/L, cabe mencionar que se optó por analizar el tratamiento con mayor porcentaje de remoción de los parámetros anteriormente mencionados.

Gráfico 5: Resultados obtenidos de los tratamientos

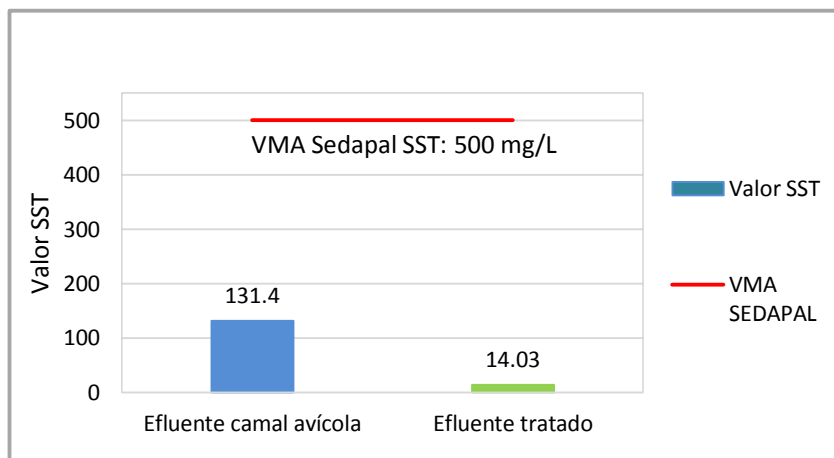


Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Comparación de los resultados con las normativas

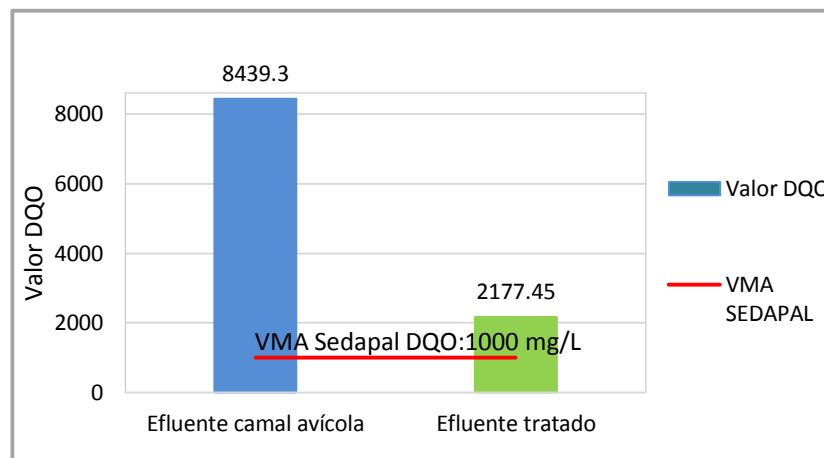
A continuación se graficó los resultados antes del tratamiento y los resultados obtenidos en el tratamiento de mayor porcentaje de remoción el tratamiento 8 el cual se dio a 25 voltios por 30 minutos a una concentración de 10g/L, a su vez se comparó con los Valores Máximos Admisibles establecidos por SEDAPAL para la descarga de efluentes no municipales a las alcantarillas establecido por Decreto Supremo N° 021 2009 VIVIENDA y en el parámetro de Fósforo total se comparó con el proyecto de Límites Máximos Permisible para efluentes de actividades Agroindustriales tales como plantas de Camal y Plantas de Beneficio.

Gráfico 6: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro SST



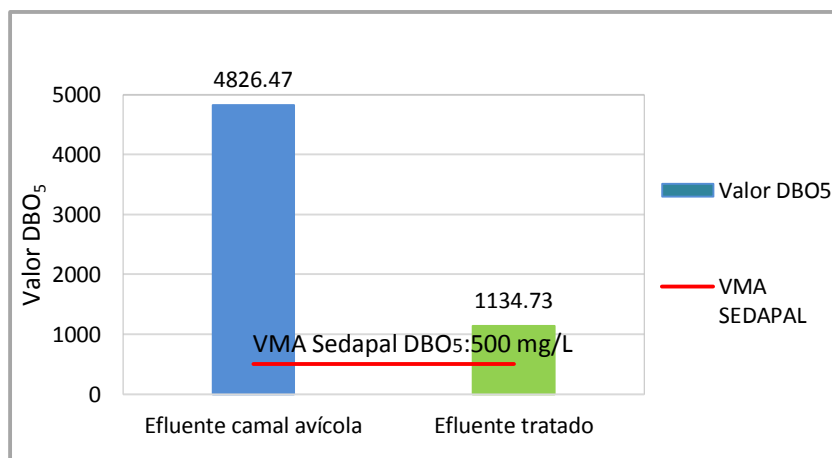
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 7: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro DQO



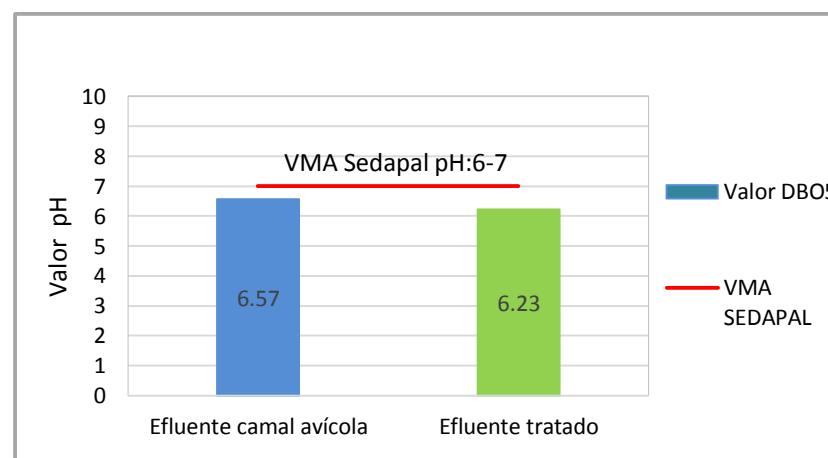
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 8 : Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro DBO₅



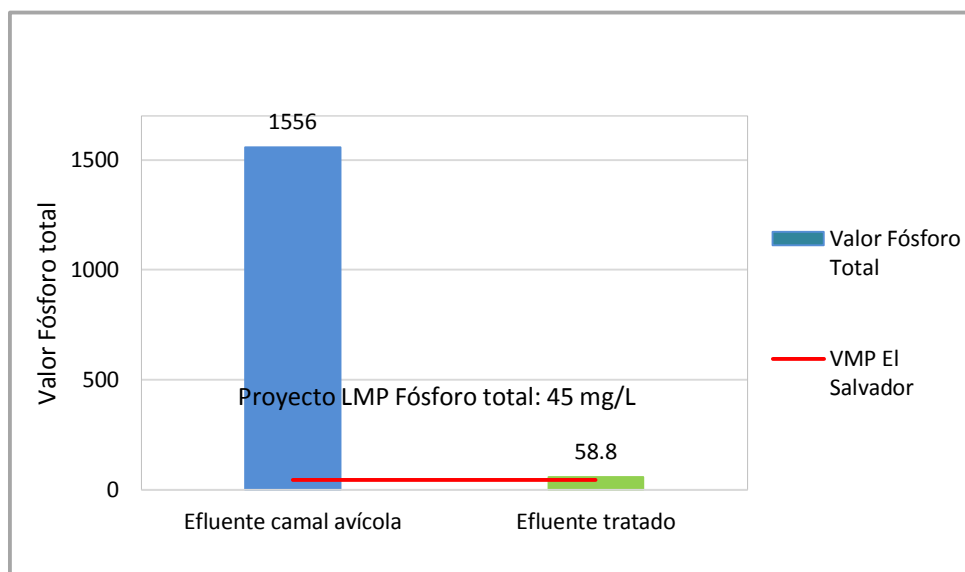
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro pH



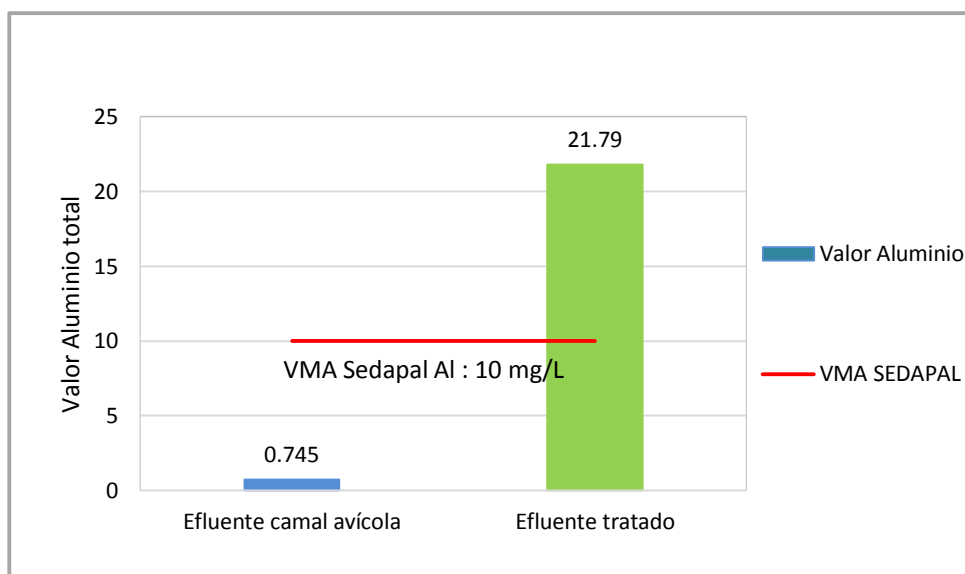
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro Fósforo Total



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 11: Comparación del efluente testigo con el tratado en el parámetro Aluminio Total



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en los gráficos anteriores los resultados obtenidos en el mejor de los tratamientos si bien se observa un alto porcentaje de remoción estos no llegan a cumplir los rangos establecidos en las normativas, en otros casos como el aluminio se incrementa a comparación del muestra testigo y supera el VMA establecido por el Ministerio de Vivienda, a pesar de ello los parámetros de solidos suspendidos totales y pH se encuentran dentro del rango establecido.

3.2.4. Prueba de hipótesis

La hipótesis general:

- El uso de la Tecnología de Electrocoagulación es óptima para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, distrito de SJL, año 2017.

Para aceptar la hipótesis general partiremos evaluando el uso de la tecnología de electrocoagulación por parámetro físico y químico definiendo como variables respuesta los parámetros de SST, DQO, pH y DBO₅ obtenidos en la experimentación, para ello se utilizó el Análisis varianza- Anova en el cual se determinará si existe diferencia significativa.

En el caso de las hipótesis específicas:

- El voltaje estimado es de 25 voltios para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, distrito de SJL, año 2017.
- El tiempo de operación es de 30 minutos para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, distrito de SJL, año 2017.
- La concentración de NaCl es de 10 g/L para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, distrito de SJL, año 2017.

Para aceptar las hipótesis específicas partiremos el mejor tratamiento para cada parámetro físico y químico obtenido en la experimentación, para ello se utilizó la Análisis prueba de Tukey.

Parámetro Sólidos Suspendidos Totales

Ha: Si presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de SST de las aguas tratadas de camal Avícola.

Ho: No presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de SST de las aguas tratadas de camal Avícola.

Cuadro 14: Análisis de varianza de los tratamientos para SST

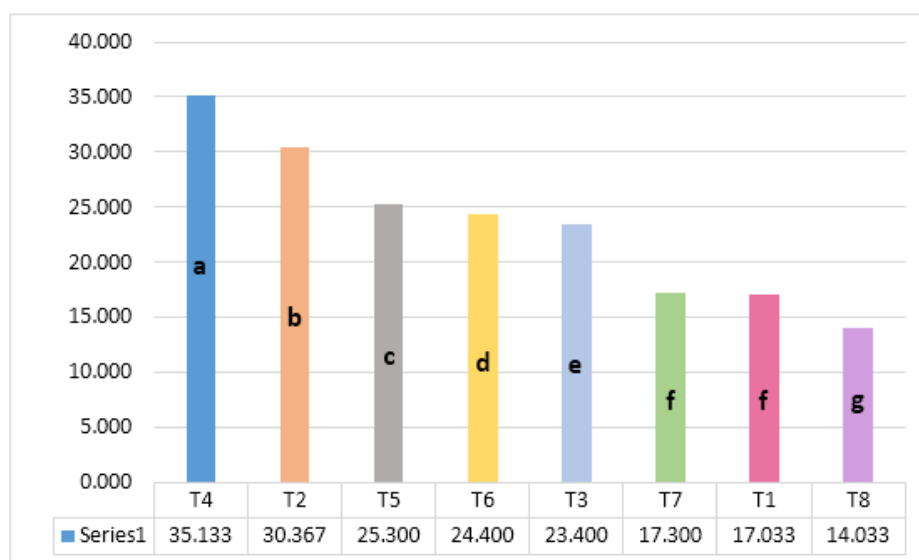
ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medios	F Value	Pr>F
Entre Tratamientos	7	1068.86282	152.694702	2058.8	<.0001
Error	16	1.186667	0.074167		
Suma Total	23	1070.04958			

Coeficiente de Variabilidad	
	1.16528

Fuente: Programa SAS

En el cuadro 14 se puede observar que el resultado obtenido en la prueba de ANOVA con un nivel de confianza del 95%, el valor p obtenido es menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula H_0 aceptando la H_a afirmado que Si presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de SST de las aguas tratadas de camal Avícola, deduciendo que “el uso de la tecnología de electrocoagulación es óptima para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017”.

Gráfico 12: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 12 se observa que al someter los promedios a la prueba de contraste de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí y que los tratamientos 7 y 1 se asemejan, a su vez la prueba ordena de forma descendente observando que del grupo “g” el tratamiento 8 se obtiene menor valores de SST siendo este el mejor.

El tratamiento 8 codificado como 253010 el voltaje estimado fue de 25 voltios, el tiempo de operación fue de 30 minutos y la concentración de NaCl de 10 mg/L, afirmando las hipótesis específicas.

Parámetro pH

Ha: Si presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de pH de las aguas tratadas de camal Avícola.

Ho: No presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de pH de las aguas tratadas de camal Avícola.

Cuadro 15: Análisis de varianza de los tratamientos para pH

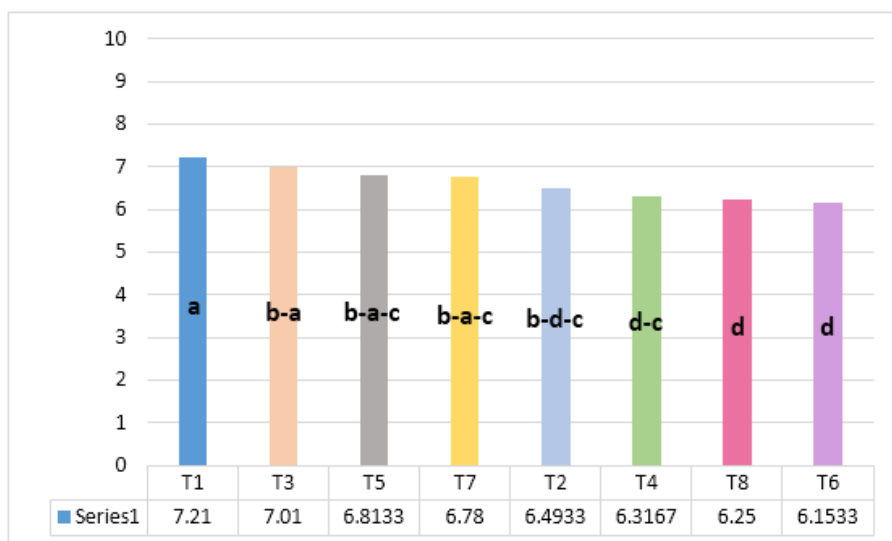
ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medios	F Value	Pr>F
Entre Tratamientos	7	3.07606667	0.4394381	13.14	<.0001
Error	16	0.53506667	0.03344167		
Suma Total	23	3.61113333			

Coefficiente de Variabilidad
2.758923

Fuente: Programa SAS

En el cuadro 15 se puede observar que el resultado obtenido en la prueba de ANOVA con un nivel de confianza del 95%, el valor p obtenido es menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula Ho aceptando la Ha afirmando que Si presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de pH de las aguas tratadas de camal Avícola, deduciendo que “el uso de la tecnología de electrocoagulación es óptima para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017”.

Gráfico 13: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 13 se observa que al someter los promedios a la prueba de contraste de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí y que los tratamientos 8 y 6 se asemejan.

✚ Parámetro Demanda Química de Oxígeno

Ha: Existe una diferencia significativa entre el parámetro de DQO de las aguas tratadas de camal Avícola antes y después del proceso de electrocoagulación.

Ho: No existe una diferencia significativa entre el parámetro de DQO de las aguas tratadas de camal Avícola antes y después del proceso de electrocoagulación.

Cuadro 16: Análisis de varianza de los tratamientos para DQO

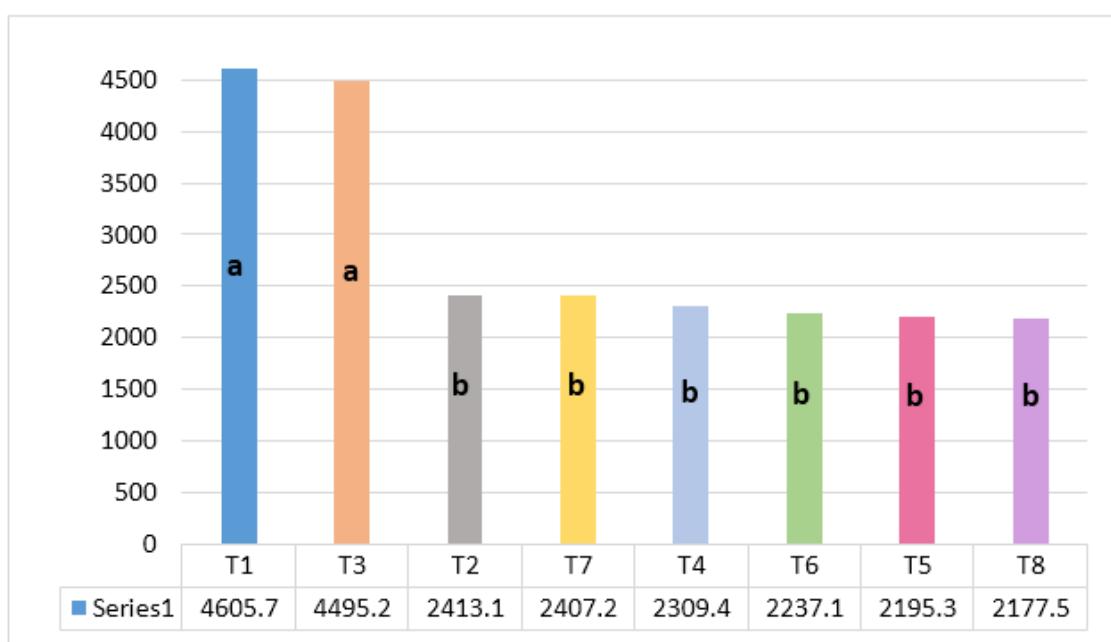
ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medios	F Value	Pr>F
Entre Tratamientos	7	23173933.4	3310561.91	70.8	<.0001
Error	16	748198.91	46762.43		
Suma Total	23	23922132.3			

Coefficiente de Variabilidad
7.574204

Fuente: Programa SAS

En el cuadro 16 se puede observar que el resultado obtenido en la prueba de ANOVA con un nivel de confianza del 95%, el valor p obtenido es menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula H_0 aceptando la H_a afirmando que Si presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de DQO de las aguas tratadas de camal Avícola, deduciendo que “el uso de la tecnología de electrocoagulación es óptima para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017”.

Gráfico 14: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 14 se observa que al someter los promedios a la prueba de contraste de Tukey se determinó que los tratamientos 1 y 3 se asemejan al igual de los tratamientos 2, 7, 4, 6, 5, 8; a su vez la prueba ordena de forma descendente observando que del grupo “b” el tratamiento 8 se obtiene menor valores de DQO siendo este el mejor.

El tratamiento 8 codificado como 253010 el voltaje estimado fue de 25 voltios, el tiempo de operación fue de 30 minutos y la concentración de NaCl de 10 mg/L, afirmando las hipótesis específicas.

Parámetro DBO

Ha: Existe una diferencia significativa entre el parámetro de DBO_5 de las aguas tratadas de camal Avícola antes y después del proceso de electrocoagulación.

Ho: No existe una diferencia significativa entre el parámetro de DBO_5 de las aguas tratadas de camal Avícola antes y después del proceso de electrocoagulación.

Cuadro 17: Análisis de varianza de los tratamientos para DBO_5

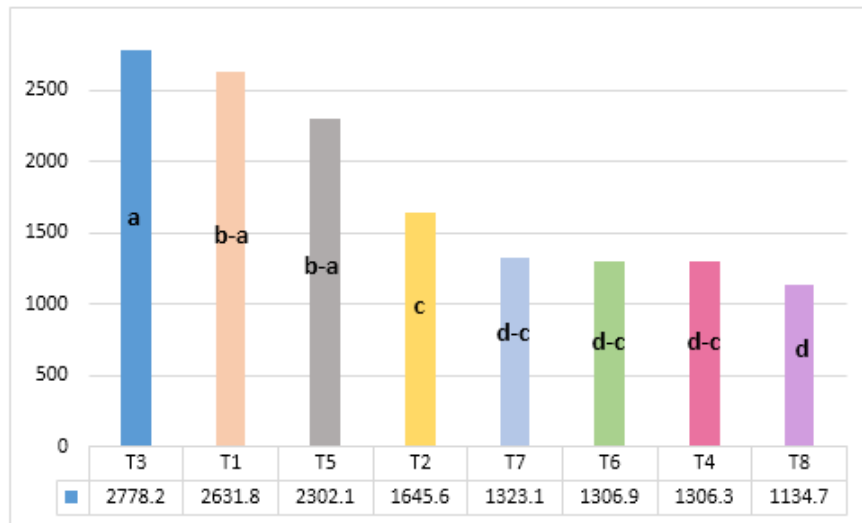
ANOVA					
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medios	F Value	Pr>F
Entre Tratamientos	7	9305032.34	1329290.335	66.69	<.0001
Error	16	318923.052	19932.691		
Suma Total	23	9623955.39			

Coefficiente de Variabilidad
7.838778

Fuente: Programa SAS

En el cuadro 17 se puede observar que el resultado obtenido en la prueba de ANOVA con un nivel de confianza del 95%, el valor p obtenido es menor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula H_0 aceptando la H_a afirmado que Si presenta diferencias significativas entre grupos para la remoción del parámetro de DBO_5 de las aguas tratadas de camal Avícola, deduciendo que “el uso de la tecnología de electrocoagulación es óptima para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio, SJL 2017”.

Gráfico 15: Resultados obtenidos de los tratamientos según la prueba de contraste Tukey



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 15 se observa que al someter los promedios a la prueba de contraste de Tukey se determinó que los tratamientos 1 y 5 se asemejan al igual de los tratamientos 7,6 y 4; a su vez la prueba ordena de forma descendente observando que del grupo “d” el tratamiento 8 se obtiene menor valores de DQO siendo este el mejor.

El tratamiento 8 codificado como 253010 el voltaje estimado fue de 25 voltios, el tiempo de operación fue de 30 minutos y la concentración de NaCl de 10 mg/L, afirmando las hipótesis específicas.

IV. DISCUSIÓN

- De los resultados obtenidos en la investigación se encontró que la tecnología de electrocoagulación trata el efluente avícola removiendo los parámetros planteado en la investigación, en el caso de SST el porcentaje de remoción fue 89,32%, esta corrobora el trabajo de Meléndez O. y Villalobos E. (2011) que señalan el valor de 78,2%; en cuanto al DQO se obtuvo un porcentaje de 74.20% este porcentaje es mayor que lo hallado en la tesis de Hernández D. (2016) la cual obtuvo 61%; para el parámetro de DBO5 obtenido en el trabajo de investigación de López G. (2014) para un efluente lácteo obtuvo un porcentaje de 93,33% a diferencia del porcentaje de remoción en la presente investigación el cual llegó hasta 76,49% aunque para Meléndez O. y Villalobos E. (2011) obtienen un porcentaje de 73,9%; en cuanto a fósforo total Meléndez O. y Villalobos E. (2011) obtuvieron un porcentaje de 74,3% a diferencia del porcentaje de remoción en la presente investigación el cual llegó hasta 96,22% y para el parámetro de aluminio total obtenido en el trabajo de investigación de Barboza G. (2011) obtuvo 96,92 mg/L, en el presente trabajo de investigación se obtuvo 21,79 mg/L.
- De los ocho tratamientos planteados se comprobó que el tratamiento 8 se obtuvo el mayor porcentaje de remoción con un voltaje de 25 V como la plantea Barboza G. (2011) el cual utilizó un voltaje de 20 V obteniendo altos porcentaje de remoción de turbidez, DBO5 y coliformes fecales de contaminantes del efluente de la planta de tratamiento Totorá en Ayacucho como Bazrafshan E, Farzadkia M. [et.al] (2012) los cuales obtuvieron mayor porcentaje de remoción a 40 V.
- De los ocho tratamientos planteados se comprobó que el tratamiento 8 se obtuvo el mayor porcentaje de remoción con 30 minutos de operación, tiempo que también aplicó López G. (2014) en su tesis el cual nos dice que si mayor es el tiempo de operación mayor es la formación de hidróxidos del metal generando mayor remoción de contaminantes.
- De los ocho tratamientos planteados se comprobó que el tratamiento 8 se obtuvo el mayor porcentaje de remoción con una concentración de NaCl de 10 g/L que con 5 g/L el cual fue estudiado por Hernández D. (2016) el cual obtuvo mayor porcentaje de remoción adicionándole 5g/L de NaCl a diferencia del efluente sin ningún electrolito.

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- El uso de la tecnología de electrocoagulación es un proceso óptimo y aplicable en el tratamiento de efluente de camal avícola ya que se reduce considerablemente contaminantes contenidos en el efluente de camal avícola.
- El voltaje estimado fue de 25 voltios para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio ya que con esta medida se logra obtener mayor porcentaje de remoción en los parámetros físicos y químicos del efluente.
- El tiempo de operación fue de 30 minutos para el tratamiento de efluente de camal avícola a nivel de laboratorio determinado por el mejor tratamiento el cual fue el tratamiento 8.
- La concentración de NaCl fue de 10mg/L para el tratamiento de efluente de camal avícola ya aumenta la conductividad eléctrica en el medio generando obteniendo resultados cercanos a los D.S. N° 021 2009 VIVIENDA y en el parámetro fósforo total de la normativa para descarga a alcantarillado en El Salvador.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la fuente a utilizar se le pueda acondicionar ventiladores para la refrigeración de esta evitando así que se recaliente en bobinado y pueda este derretir partes de la fuente y la pintura que tenga.
- Se recomienda realizar un análisis de la espuma generada en el proceso de electrocoagulación para su reaprovechamiento.
- Evitar que los cocodrilos con los que se conecta la fuente de poder a los electrodos tenga contacto con el agua en el proceso de electrocoagulación de esta manera se evitara que el cocodrilo conectado al ánodo se consuma.
- Al trabajar con efluentes de camal o aquellos que contengan alta cantidad de materia orgánica se trabajen a la brevedad posible ya que si o se tiene un adecuado almacenamiento se descomponen alterando los resultados del estudio.
- Evaluar a fondo la influencia de la adición de una sal en el proceso de electrocoagulación.
- Para minimizar la cantidad de aluminio disuelto al final de los tratamientos se recomienda realizar pruebas con menores voltajes y tiempos.
- Utilizar polímeros que ayuden al proceso de electrocoagulación para la minimización de aluminio residual para que se encuentre en el rango de los LMP SEDAPAL.
- Si se fabrica un agitador magnético tener en cuenta la distancia entre el imán que ira en el ventilador con la pastilla magnética contenida en el reactor ya que si esta es demasiado corta la pastilla saltara topándose entre electrodos generando corto circuito de la fuente.

VII. REFERENCIAS

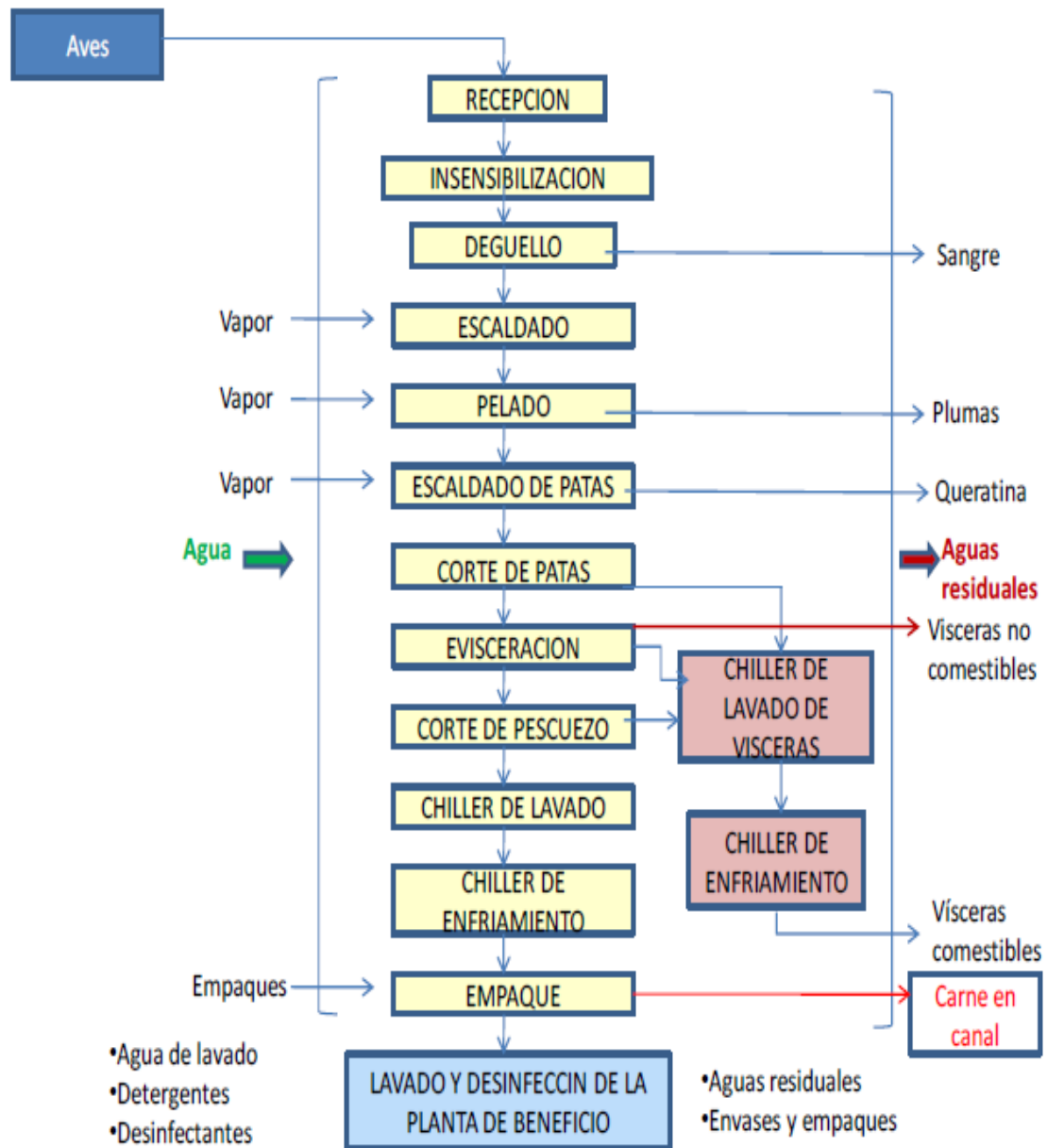
- AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS. Scotiabank dice que sector avícola del Perú seguirá siendo impulsado por consumo interno [en línea]. Publicado 06 de noviembre del 2016. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2017]
Disponible en <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/scotiabank-dice-que-sector-avicola-del-peru-seguiria-siendo-impulsado-por-consum>
- ARANGO, Álvaro. La electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguas residuales [en línea]. Enero- junio 2005, n.º 1. [Fecha de Consulta: 21 de junio de 2017].
Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520109>
ISSN: 1794-4449
- BAIRD C y CANN M. Química Ambiental. 2da ed. Barcelona: Reverté. 2014.
Pág. 776
ISBN: 9788429179156
- BARBOZA, Gloria. Reducción de la Carga de Contaminantes de las aguas Residuales de la planta de Tratamiento de Titora- Ayacucho Empleando la técnica de Electrocoagulación. Tesis (Magister en Ciencias). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2011.
Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/338>
- BARRERA, Carlos. Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de aguas residuales. México D.F.: Reverté Ediciones. 2014. Pag.328
ISBN: 978-607-7815-13-6
- BAZRAFSHAN, Edris y FARZADKIA Mehdi [et.al] Slaughterhouse Wastewater Treatment by Combined Chemical Coagulation and Electrocoagulation Process. Irán: PLoS ONE. 2012. Pag.8
- Comisión Nacional del Medio Ambiente- Región Metropolitana. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial "Industria Procesadora de la Carne". Santiago. 1998.
- DIGESA R.D. N° 2254/2007/DIGESA/SA "Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales"

- D.S. N° 021 2009 VIVIENDA “Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas otorgándolos parámetros establecidos para las descargas al sistema de alcantarillado”
- VENTURA, Marisa. Aves de Corral y Productos avícolas: Riesgos para la salud humanad. FAO.
- GÓMEZ, Elcy. Estudio de Gestión Ambiental para la empresa Avícola Agrícola Mercantil de Cauca- AGRICCA S.A. Tesis (Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente). Caldas: Universidad de Manizales. 2012.
Disponible en http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/563/402_Gomez_Daza_Elcy_2012.pdf?sequence=1
- HERNÁNDEZ, Daniela. Tratamiento acoplado fisicoquímico-electrocoagulación para incrementa la remoción de la materia orgánica de un agua residual de rastro municipal. Tesis (Magíster en Ciencias del Agua). Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Interamericano de Recursos del Agua, 2016.
Disponible en <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65337>
- HERNÁNDEZ, Pablo. Investigación sobre procesos avanzados de tratamiento y depuración de las aguas mediante electrocoagulación. Tesis (Doctor en Ingeniería de Canales). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 2011. 35pp.
- Ley N° 26842- MINSA. Ley General de Salud.
- LÓPEZ, Guisela. Diseño de un proceso de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de una industria de yogurt. Tesis (Ingeniera Ambiental). Quito: Universidad de Las Américas. 2014.
Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/2527>
- MELÉNDEZ, Rosmary. VILLALOBOS, Elaida. Determinación del efecto de la electrocoagulación en la remoción de materia orgánica en aguas residuales industriales. Trabajo Especial de Grado. Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta, 2011.
- NORMA TÉCNICA. Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario. Acta N° 1937 Punto XIV. 15 de Octubre del 2014. El Salvador.

- PANTOJA, Evelyn. Aplicación de la electrocoagulación y floculación sobre el tratamiento del drenaje ácido de minas de carbón. Tesis (Ingeniera Química). Santiago de Cali: Universidad del Valle. 2012. 36 pp.
- PÉREZ J. y PRATT L. Análisis de Sostenibilidad de la Industria Avícola en Guatemala. CEN 723. 1997.
- Proyecto D.S. 2009- MINAM Límites Máximos Permisibles para efluente de actividades agroindustriales tales como planta de camales y plantas de beneficio.
- SOLIS L. y LOPEZ J. Principios básicos de contaminación ambiental. 1ra ed. Toluca: Universidad Autónoma de México. 2003. pág. 365.
ISBN: 9688358134

VIII. ANEXOS

Anexo 01: Diagrama de Flujo Camal Avícola



Fuente: Gómez, E Estudio de Gestión Ambiental para la empresa Avícola Agrícola Mercantil del Cauca- Agricca S.A. pág. 52.

Anexo 2: Matiz de Operacionalización de Variable

TÍTULO: USO DE LA TECNOLOGÍA DE ELECTROCOAGULACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE CAMAL AVICOLA A NIVEL DE LABORATORIO, SJL 2017												
	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS			
GENERAL	¿De que manera el uso de la tecnología de electrocoagulación trata efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017?	Evaluar el uso de la tecnología de electrocoagulación en el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017	El uso de la tecnología de electrocoagulación es óptima para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017	VI: USO DE LA TECNOLOGÍA DE ELECTROCOAGULACIÓN	"La electrocoagulación es un proceso que utiliza la electricidad para eliminar contaminantes en el agua que se encuentran suspendidos, disueltos o emulsificados. La técnica consiste en inducir corriente eléctrica en el agua residual a través de placas metálicas paralelas (...). La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz que provoca las reacciones químicas que desestabilizan las formas en las que los contaminantes se encuentran presentes" (Arango A. 2005).	La variable se midió mediante una ficha técnica de equipo, en la cual se describió al reactor, su fabricación que fue de material de acrílico de 12cmX15cmX20cm, también se describió a los electrodos de hierro y aluminio de 10cmX2.5cm, y el tipo de fuente que se utilizó el cual fue 0 a 9 A y 0 a 30 voltios los cuales fueron conectados a los electrodos a través de cables cocodrilos puestos intercaladamente.	Voltaje Estimado	20	V			
								25				
							Tiempo de operación	15	minutos			
								30				
						Concentración de NaCl	5	g/L				
							10					
ESPECIFICO	¿Cuál será el voltaje estimado para el tratamiento del efluente camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017?	Determinar el voltaje óptimo para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017	El voltaje estimado es de 30 voltios para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017.	VD: TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE CAMAL AVICOLA	"El tratamiento es cualquier proceso, método o técnica que permita modificar las características físicas, química o biológicas del residuo líquido a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de daño a la salud y al ambiente" (DS-2009 p.4).	La variable se midió a través de una ficha de experimentación en la cual se fijó el voltaje, el tiempo de operación y la concentración de NaCl, realizándose ocho tratamientos con tres repeticiones respectivamente, posteriormente se analizaron las muestras en el laboratorio evaluando los parámetros físicos y químicos del agua residual tratada comparandolas con los VMA de las descargas de agua residuales no domesticas D.S. 021-2009 VIVIENDA y con la Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario de El Salvador.	Parámetros Físicos (Incial-Final)	Solidos suspendidos totales	mg/L			
										Conductividad Eléctrica	mS/Cm	
	¿Cuál será el tiempo de operación para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017?	Determinar tiempo de operación para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017	El tiempo de operación es de 30 minutos para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017.								pH	Unidades pH
											DQO	mg/L
	¿Cuál será la concentración de NaCl para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017?	Determinar la concentración de NaCl para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017	La concentración de NaCl es de 10 gr/L para el tratamiento de efluente de camal avicola a nivel de laboratorio, SJL 2017								Fósforo Total	mg/L
											Aluminio disuelto	mg/L
							DBO5	mg/L				
Fuente: Elaboración												

Anexo 3: Ficha Técnica de Equipo



Tesis

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Elaborado por: <i>Ana Cristina Cisneros Zambraño</i>		Persona de Apoyo: <i>Tec. Elic. Abraham Cisneros F.</i>	Versión: <i>ACCZ-01-2017</i>
Descripción física:		<i>Se fabrica la celda de electrocoagulación y el agitador magnético todos los insumos fueron comprados en Paruro Cercado de Lima, en algunos casos son materiales reciclados.</i>	
Material de celda:		<i>Acrílico</i>	
Material de electrodo:		<i>aluminio y Hierro comarc</i>	
Fuente de alimentación:		<i>Fuente 12-30V 0.4A.</i>	
Cod. Proporcionado:		<i>Fuente de poder 1369</i>	
		Características de la Fuente de Energía	
		Voltaje:	<i>12 - 15 - 20 - 25 - 30 Volts.</i>
		Intensidad:	<i>0 a 9 Amperios</i>
		Tiempo:	<i>15 minutos y 30 minutos</i>
Especificaciones Técnicas:			
Instrucciones para su uso:			
<i>Se debe tener en cuenta al momento de fabricar el agitador magnético las distancias de separación entre la pastilla magnética y el imán de neodimio que va en el ventilador ya que si la distancia es mayor la pastilla salta y no genera revoluciones</i>			

Encargado de llenar la ficha: LA TESISTA

Anexo 4: Ficha de Registro de Campo



FICHA DE REGISTRO DE CAMPO

Datos generales			
Datos del monitor:	Ana Cristina Cisneros Z. Sr. Marino	Fecha:	16-10-17
		Hora:	8:00 a.m.
Código de estación de monitoreo:	Estación Canal Ruiz Gallo	Coordenadas UTM:	X: -12.003074 Y: -76.913549
Sector:	Distrito de Ate	Altitud (m):	
Descripción de la estación de monitoreo:	La estación de monitoreo se encuentra dentro de las instalaciones del canal avícola de propiedad del Sr. Marino en la Av. Ruiz Gallo, en el distrito de Ate, la aguas fuera, recolectados de las coneletas y de las aguas de limpieza de vísceras como se observan en las imágenes.		
Uso de agua:	Limpieza de vísceras, limpieza de metales y escurrido.		
Muestras colectadas			
	N°	Tipo de botella	Volumen
Parámetros Generales:	3	plástico	12L.
Parámetros Orgánicos:	3	plástico	12L.
Parámetros Inorgánicos:	2	plástico	8L.
Encargado de llenar la ficha: LA TESISTA			

Anexo 5: Cadena de Custodia



Tesis

CADENA DE CUSTODIA

Código número de custodia:	Solicitante: Ana Cristina Cisneros	DNI: 74035878	Firma: <i>[Firma]</i>
Institución:	Dirección: Asoc. Fuerzas Policiales MC	Distrito: SJL	Provincia: Lima Dpto: Lima
Correo: <i>[Correo]</i>	Teléfono: 99813032	Responsable de muestreo: Ana Cisneros Zambrano	Urgencia: <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Alta

Código DILAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestra (2)	N° de envases por punto de muestreo			Parámetros Físicos		Parámetros Químicos			Observaciones
					P (3)	V (3)	E (3)	SST (mg/L)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	pH	DOO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	
/	MO	16-10-17	8:30am	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	Alta cantidad de grasas
	203010	18-10-17	9:00am	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-
	203005	18-10-17	9:45am	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-
	201510	18-10-17	1:00pm	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-
	201505	18-10-17	3:00pm	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-
	251505	19-10-17	9:00am	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-
	251510	19-10-17	2:00pm	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-
	253005	19-10-17	5:00pm	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-
	253010	19-10-17	7:00pm	AR	✓			✓	✓	✓	✓	✓	-

Condición y temperatura de entrega de las muestras: _____ Comentarios: _____

(1) Campo exclusivo para el laboratorio (2) AS = Agua Superficial; AM = Agua de mar; AR = Agua Residual; BV = Blanco Vajero; BC = Blanco de Campo; BE = Blanco de Equipo; SE = Sedimentos; LD = Lodos; SU = Suelos

(3) P = Plástico; V = Vidrio; E = Estéril (4) Véase lista de parámetros del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua" y otros que se requiera la presente investigación

Anexo 6: Ficha de Registro de Experimentación



Tesis

FICHA DE REGISTRO DE EXPERIMENTACIÓN

Responsable de experimentación: <i>Ana Cristina Cisneros Zambano</i>		Firma: <i>[Firma]</i>	
Correo: <i>cisneros.cristina@ucv.edu.pe</i>	Dirección: <i>Asoc. Fuerzas Policiales, S.C.</i>	Dpto: <i>Lima</i>	Provincia: <i>Lima</i>
Instalación del proceso de experimentación: <i>Domicilio</i>		Distrito: <i>Alte</i>	

Tratamiento	Voltaje	Tiempo	Concentración de NaCl	Código Propuesto	Parámetros Físicos		Parámetros Químicos		
					SST (mg/L)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	pH	DOO (mg/L)	DBO5 (mg/L)
Muestra Original				Muestra Testigo - P1	131,8	3,7	6,73	8438,10	4839,29
				Muestra Testigo - P2	131,5	3,73	6,64	8439,50	4822,57
				Muestra Testigo - P3	130,9	3,69	6,57	8439,30	4826,47
T1	20	15	5	201505-01	16,9	12,88	7,23	4928,50	2816,29
				201505-02	17,0	12,82	6,89	4081,00	2332,00
				201505-03	17,2	12,54	7,51	4807,50	2747,14
T2	20	15	10	201510-01	30,2	19,39	6,59	2354,50	1916,86
				201510-02	30,5	19,12	6,44	2414,30	1379,60
				201510-03	30,4	19,20	6,45	2470,50	1640,29
T3	20	30	5	203005-01	23,6	13,81	6,91	4807,50	2747,14
				203005-02	23,5	13,42	6,88	4233,50	2847,21
				203005-03	23,1	13,31	7,24	4444,50	2739,31
T4	20	30	10	203010-01	35,3	20,1	6,45	2583,80	1226,46
				203010-02	35,0	19,63	6,09	2099,50	1299,21
				203010-03	35,2	19,91	6,21	2244,80	1282,74
T5	25	15	5	251505-01	25,1	11,93	6,81	2202,00	2401,14
				251505-02	25,5	12,35	6,65	2101,00	2200,57
				251505-03	25,3	12,68	6,98	2082,80	2304,46
T6	25	15	10	251510-01	24,9	18,76	6,13	2261,50	1235,14
				251510-02	24,5	17,94	6,24	2206,50	1346,57
				251510-03	23,8	16,87	6,09	2243,30	1339,03
T7	25	30	5	253005-01	17,1	11,68	6,38	2349,50	1299,21
				253005-02	17,5	11,67	6,77	2438,50	1330,57
				253005-03	17,3	11,74	6,24	2343,50	1339,03
T8	25	30	10	253010-01	13,8	19,29	6,20	2182,96	1110,15
				253010-02	14,0	18,75	6,32	2198,30	1155,03
				253010-03	14,3	18,44	6,23	2143,30	1129,03

Encargado de llenar la ficha: LA TESIS TA

Anexo 7: Informes de validación de especialistas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Quirino Pretico, Wilber S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad del validador: RECURSOS NATURALES
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha técnica de equipo y Ficha de experimentación
 1.5. Título de la investigación: Uso de la tecnología limpia de electrocoagulación para el tratamiento de agua /
 agrícola a nivel de laboratorio. Distrito de SJL 2017
 1.6. Autor del instrumento: Ana Cristina Cisneros Zambucano

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					80	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Uso de la Tecnología Limpia de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Condiciones Físicas de Operación	Ficha técnica de equipo	/		
	Ficha de experimentación	/		
Dosis de NaCl	Ficha Técnica de equipo	/		
	Ficha de experimentación	/		

SEGUNDA VARIABLE: Tratamiento de Efluente de Camal Avícola

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros Físicoquímicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	/		
Parámetros Bioquímicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	/		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 18 de Noviembre del 2017



Firma del experto informante.

DNI N° 06082600 Teléfono N° 966648428



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Valdivia Gonzales Lopez
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador de Escuela
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Hidrología
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha técnica de equipo y Ficha de experimentación
 1.5. Título de la investigación: Uso de la tecnología limpia de electrocoagulación para el tratamiento de efluente de central avícola a nivel de laboratorio, distrito de S.L. 2017
 1.6. Autor del instrumento: Ana Cristina Cisneros Zambiano

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95
4. Organización	Existe una organización lógica.					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					95
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					95
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						95

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Uso de la Tecnología Limpia de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Condiciones Físicas de Operación	Ficha técnica de equipo	—		
	Ficha de experimentación	—		
Dosis de NaCl	Ficha Técnica de equipo	—		
	Ficha de experimentación	—		



SEGUNDA VARIABLE: Tratamiento de Efluente de Camal Avícola

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros Físicoquímicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parámetros Bioquímicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	<input checked="" type="checkbox"/>		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 07 de Noviembre del 2017.


Firma del experto Informante.

DNI N° 40515013 Teléfono N° _____



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Rita Cabell Torres
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV
 1.3. Especialidad del validador: Inf. Químico
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha técnica de equipo y ficha de experimentación
 1.5. Título de la investigación: Uso de la Tecnología Limpia de electrocoagulación para el tratamiento de efluentes de curral Avicela a nivel de laboratorio, Distrito SST, 2019
 1.6. Autor del instrumento: Ana Cristina Casneros Zumbicino

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					✓
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. Organización	Existe una organización lógica.					✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					✓
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					✓
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Uso de la Tecnología Limpia de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Condiciones Físicas de Operación	Ficha técnica de equipo	✓		
	Ficha de experimentación	✓		
Dosis de NaCl	Ficha Técnica de equipo	✓		
	Ficha de experimentación	✓		

SEGUNDA VARIABLE: Tratamiento de Efluente de Camal Avícola

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros Físicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	✓		
Parámetros Químicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 18 de Noviembre del 2017.



Firma del experto informante.

DNI N° 08947356 Teléfono N° _____



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. JOSE CUELLAR BOUTISTAS
 1.2. Cargo e institución donde labora: DIRECTOR DE INVESTIGACION - INIA
 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO FORESTAL
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha técnica de equipo y ficha de experimentación
 1.5. Título de la investigación: Uso de la electrocoagulación para el tratamiento de efluente de camal
avícola a nivel de laboratorio, distrito Jessi - 2019
 1.6. Autor del instrumento: Ana Cisneros Zembrano

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMES O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Uso de la Tecnología Limpia de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Voltaje	Ficha técnica de equipo	✓		
Tiempo de Proceso	Ficha Técnica de equipo	✓		
Dosis de NaCl	Ficha Técnica de equipo	✓		

SEGUNDA VARIABLE: Tratamiento de Efluente de Camal Avícola




DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros Generales (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parámetros Orgánicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parámetros Inorgánicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	<input checked="" type="checkbox"/>		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 24 de Noviembre del 2017.


Firma del experto informante.

DNI N° 0936717 Teléfono N° 982505737



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. fabian quin
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc. Inv.
- 1.3. Especialidad del validador: BAC.
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha técnica de equipo y ficha de experimentación
- 1.5. Título de la investigación: Uso de la tecnología Limpia de electrocoagulación para el tratamiento de efluente de camal cycote a nivel de laboratoro, Instituto SVL, 2017
- 1.6. Autor del instrumento: Ana Cristina General Zambrano

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				70	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				70	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				70	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				70	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					81	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Uso de la Tecnología Limpia de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Voltaje Estimado	Ficha técnica de equipo	/		
	Ficha de experimentación			
Tiempo de Operación	Ficha técnica de equipo			
	Ficha de experimentación			



Concentración de NaCl	Ficha Técnica de equipo	✓		
	Ficha de experimentación			

SEGUNDA VARIABLE: Tratamiento de Efluente de Camal Avícola

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros Físicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación	✓		
Parámetros Químicos (Inicial-Final)	Ficha de experimentación			

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %.

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 1 de 12 del 2017

Firma del experto informante.

DNI N° 07744062 Teléfono N° _____

Anexo 9: Informes de Laboratorio

ENSAYO N° 21-2017- II -TESIS
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV
INFORME DE RESULTADOS
AGUAS

Tesista: Cisneros Zambrano Ana Cristina
 Dirección: Asoc. Fuerzas Policiales Mz C lote 13 Vitarte
 Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
 Tipo de muestra: Agua Residual Carnal Avicola
 Identificación de la muestra: Muestra Original
 Descripción de la muestra: Efluente proveniente de planta de beneficio
 Muestra tomada por: Cisneros Zambrano Ana Cristina
 Fecha de ingreso de muestra: 09/11/17
 Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
 Fecha de realización de ensayos: 09/11/17

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO		
			P1	P2	P3
Potencial de hidrógeno (pH)	Númerico	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B	6,53	6,64	6,57
Conductividad eléctrica	mS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B	3,7	3,73	3,69
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 2540 D	131,8	131,5	130,9
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B	4 839,29	4 822,57	4 826,47
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B	8 438,10	8 439,50	8 439,30


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio De Biotecnología


 Sergio Valdiviezo Gonzales

ENSAYO N° 21-A -2017- II -TESIS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV
INFORME DE RESULTADOS
AGUAS

Tesista: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Dirección: Asoc. Fuerzas Policiales Mz C lote 13 Vitarte
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Agua Residual Camal Avícola Tratadas
Identificación de la muestra: Código designado por (voltaje)(tiempo)(concentración de NaCl)
Descripción de la muestra: Efluente luego del tratamiento de electrocoagulación
Muestra tomada por: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Fecha de ingreso de muestra: 13/11/17
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 14/11/17

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	CÓDIGO	RESULTADO		
				R1	R2	R3
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B	201505	7,23	6,89	7,51
			201510	6,59	6,44	6,45
			203005	6,91	6,88	7,24
			203010	6,65	6,09	6,21
			251505	6,81	6,65	6,98
			251510	6,13	6,24	6,09
			253005	6,78	6,77	6,79
			253010	6,20	6,32	6,23


Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio De Biotecnología




C. P. Mg. J. Valdiviezo Gonzales

ENSAYO N° 21-B-2017- II -TESIS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA – UCV

INFORME DE RESULTADOS

AGUAS

Tesista: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Dirección: Asoc. Fuerzas Policiales Mz C lote 13 Vitarte
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Agua Residual Camal Avícola Tratadas
Identificación de la muestra: Código designado por (voltaje)(tiempo)(concentración de NaCl)
Descripción de la muestra: Efluente luego del tratamiento de electrocoagulación
Muestra tomada por: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Fecha de ingreso de muestra: 13/11/17
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 14/11/17

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	CÓDIGO	RESULTADO		
				R1	R2	R3
Conductividad eléctrica	mS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B	201505	12,88	12,82	12,54
			201510	19,39	19,17	19,20
			203005	13,81	13,42	13,51
			203010	20,1	19,63	19,91
			251505	11,93	12,35	12,68
			251510	18,76	17,94	16,87
			253005	11,68	11,67	11,74
			253010	19,29	18,75	18,44


Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio De Biotecnología




V. B. Mg. Lorgio Velazquez Gonzales

ENSAYO N° 21-C- 2017- II -TESIS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

INFORME DE RESULTADOS

AGUAS

Tesista: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Dirección: Asoc. Fuerzas Policiales Mz C lote 13 Vitarte
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Agua Residual Camal Avícola Tratadas
Identificación de la muestra: Código designado por (voltaje)(tiempo)(concentración de NaCl)
Descripción de la muestra: Efluente luego del tratamiento de electrocoagulación
Muestra tomada por: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Fecha de ingreso de muestra: 13/11/17
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 14/11/17

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	CÓDIGO	RESULTADO		
				R1	R2	R3
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B	201505	4 928,50	4 081,00	4 807,50
			201510	2 354,50	2 414,30	2 470,50
			203005	4 807,50	4 233,50	4 444,50
			203010	2 583,80	2 099,50	2 244,80
			251505	2 202,00	2 101,00	2 282,80
			251510	2 261,50	2 206,50	2 243,30
			253005	2 399,50	2 478,50	2 343,50
			253010	2 192,76	2 196,30	2 143,30

Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio De Biotecnología



V.º.B.º Mg. Lópio Valdiviezo Gonzales

ENSAYO N° 21-D-2017- II -TESIS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

INFORME DE RESULTADOS

AGUAS

Tesis:	Cisneros Zambrano Ana Cristina
Dirección:	Asoc. Fuerzas Policiales Mz C lote 13 Vitarte
Tipo de ensayos:	Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra:	Agua Residual Camal Avicola Tratadas
Identificación de la muestra:	Código designado por (voltaje)(tiempo)(concentración de NaCl)
Descripción de la muestra:	Efluente luego del tratamiento de electrocoagulación
Muestra tomada por:	Cisneros Zambrano Ana Cristina
Fecha de ingreso de muestra:	13/11/17
Lugar que se realizó el ensayo:	Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos:	14/11/17

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	CÓDIGO	RESULTADO		
				R1	R2	R3
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B	201505	2 816,29	2 332,00	2 747,14
			201510	1 916,86	1 379,60	1 640,29
			203005	2 747,14	2 847,71	2 739,71
			203010	1 276,46	1 299,71	1 282,74
			251505	2 401,14	2 200,57	2 304,46
			251510	1 235,14	1 346,57	1 339,03
			253005	1 299,71	1 330,57	1 339,03
			253010	1 110,15	1 155,03	1 139,03


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio De Biotecnología


 V. B. Lorgio Yekimiezo Gonzales

ENSAYO N° 21-E-2017- II -TESIS

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

INFORME DE RESULTADOS

AGUAS

Tesista: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Dirección: Asoc. Fuerzas Policiales Mz C lote 13 Vitarte
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Agua Residual Camal Avícola Tratadas
Identificación de la muestra: Código designado por (voltaje)(tiempo)(concentración de NaCl)
Descripción de la muestra: Efluente luego del tratamiento de electrocoagulación
Muestra tomada por: Cisneros Zambrano Ana Cristina
Fecha de ingreso de muestra: 13/11/17
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 14/11/17

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	CÓDIGO	RESULTADO		
				R1	R2	R3
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 2540 D	201505	16,9	17	17,2
			201510	30,2	30,5	30,4
			203005	23,6	23,5	23,1
			203010	35,3	35	35,2
			251505	25,1	25,5	25,3
			251510	24,9	24,5	23,8
			253005	17,1	17,5	17,3
			253010	13,8	14	14,3


Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio De Biotecnología


V.º B.º 
Mg. Lorena Cardozo Gonzales

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-077

Regime N° 12 - 077

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO N° 1711023

Cliente : CISNEROS ZAMBRANO ANA CRISTINA
 Domicilio legal : Asoc. Fuerzas Policiales Mz. C Loe 13 Vitarte, Ate - Lima - Lima.
 Producto : Agua Residual
 Referencia del cliente : No Indica.
 Procedencia de las muestras : Muestreado por el cliente indicando lugar de muestreo: Matadero Avicola - Av. Podro Ruiz Gallo, Ate - Lima - Lima.
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica.
 Procedimiento de muestreo : No Aplica.
 Fecha de recepción de las muestras : 2017/11/14
 Fecha de inicio del ensayo : 2017/11/14
 Fecha de término del ensayo : 2017/11/21

Código de Laboratorio:	Estación de Muestreo:	Fecha de Muestra:
1711023-1	SB-00	2017/11/14
		Tipo de muestra: Agua Residual

Método de Referencia	Ensayo	Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método	Resultado	Unidad
APHA 5210 B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	8	> 4 000	mg/L
APHA 5220 B	Demanda Química de Oxígeno	5	20	> 8 000	mg/L
APHA 3111 D	Aluminio total (Al)	0,1	0,3	0,745	mg/L
APHA 4500-P E (*)	Fosforo Total	0,004	0,01	1,556	mg/L

> mayor al rango de trabajo.

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:

Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part. 5210 B, 22nd Ed. 2012, 5-Day BOD Test.
 Demanda Química de Oxígeno: SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part. 5220 B, 22nd Ed. 2012, Open Reflux Method.
 Aluminio: SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111D, 22nd Ed. 2012, Nitric Acid Digestion / Direct Oxide-Acetylene Flame Method.
 Fosforo total: SMEWW - APHA-AWWA-WEF. 4500-P E, 22nd Edition 2012, Phosphorus: Ascorbic Acid Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o emienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración "Suplemento al Informe de Ensayo"
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- (*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- La toma de muestras no ha sido acreditado por el INACAL-DA.
- > mayor al rango de trabajo.

Lima, 21 de Noviembre del 2017.

INFORME DE ENSAYO N° 1711056

Cliente : CISNEROS ZAMBRANO ANA CRISTINA
 Domicilio legal : Asoc. Fuerzas Policiales Mz. C Lote 13 Vitarte, Ate - Lima - Lima.
 Producto : Agua de Proceso
 Referencia del cliente : No indica.
 Procedencia de las muestras : Muestreado por el cliente indicando lugar de muestreo: Ate - Lima - Lima.
 Referencia del plan de muestreo : No Aplica.
 Procedimiento de muestreo : No Aplica.
 Fecha de recepción de las muestras : 2017/11/28
 Fecha de inicio del ensayo : 2017/11/28
 Fecha de término del ensayo : 2017/12/05

Código de Laboratorio:		Estación de Muestreo:		Fecha de Muestreo:	
1711056-1		253010-01		2017/11/24	
Tipo de muestra: Agua de Proceso					
Método de Referencia	Ensayo	Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método	Resultado	Unidad
APHA 3111 D	Aluminio total (Al)	0,1	0,3	21,79	mg/L
APHA 4500-P E	Fosforo Total	0,004	0,01	58,80	mg/L

Código de Laboratorio:		Estación de Muestreo:		Fecha de Muestreo:	
1711056-2		251510-02		2017/11/24	
Tipo de muestra: Agua de Proceso					
Método de Referencia	Ensayo	Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método	Resultado	Unidad
APHA 4500-P E	Fosforo Total	0,004	0,01	60,50	mg/L

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:
 Aluminio: SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part. 3030E y 3111D, 22nd Ed. 2012. Nitric Acid Digestion / Direct Oxide-Acetylene Flame Method.
 Fosforo total: SMEWW - APHA-AWWA-WEF. 4500-P E, 22nd Edition 2012. Phosphorus: Ascorbic Acid Method.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración "Suplemento al informe de Ensayo"
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- La toma de muestras no ha sido acreditado por el INACAL-DA.



DELTA LAB S.A.C.
 WILDER CAMPUZANO ASTFCO
 JEFE DE LABORATORIO DE FÁBRICA GUINÇA

Lima, 06 de Diciembre del 2017.

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de DELTA LAB S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada

Av. Carretera Central Km. 9.3 Mz. "A" Lt. 6 As. Ntra. Sra. de La Merced - Ate - Lima 03 - PERÚ
 Telefax: (511) 3560230 Celular: 947148233 Email: servicioalcliente@deltalabsac.com www.deltalabsac.com

CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

Foto 1: Corte de las placas de metal



Foto 2: Armado de celda



Foto 3: Electrodo de aluminio y hierro



Foto 4: Fuente de poder



Foto 5: Fabricación de agitador Magnético

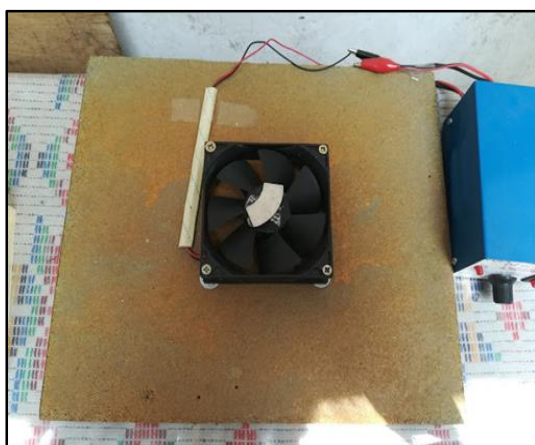


Foto 6: Fuente de poder para el agitador



EFLUENTE DE CAMAL AVÍCOLA

Foto 7: Instalaciones del Camal Avícola



Foto 8: Instalaciones del Camal Avícola



Foto 9: Personal del camal Avícola



Foto 10: Residuos y efluentes del camal



EXPERIMENTACIÓN

Foto 11: Electrodo en posición



Foto 12: Vertido de un litro de efluente



Foto 13: Experimentación

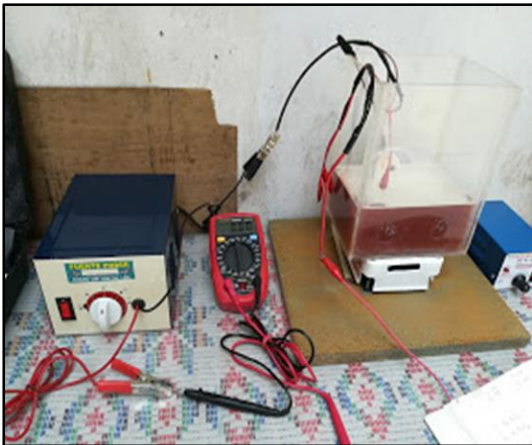


Foto 14: Refrigeración de la fuente



Foto 15: Generación de espuma



Foto 16: Retiro de espuma



Foto 17: Sedimentación de los flocs



Foto 18: Retiro de espuma



ANALISIS EN LABORATORIO

Foto 19: Digestora para DQO



Foto 20: Tubos digestores



Foto 21: Soluciones para DBO₅



Foto 22: Frascos Winkler para DBO₅



Foto 23: Filtros de fibra de vidrio para SST



Foto 24: Determinación de conductividad Eléctrica



Foto 25: Realizando test para solidos suspendidos totales



Foto 26: Determinación de pH



Foto 27: Efluente de camal avícola (Muestra Testigo)



Foto 28: Muestras después del tratamiento 24 muestras



Foto 29: Tratamiento 1 (201505)

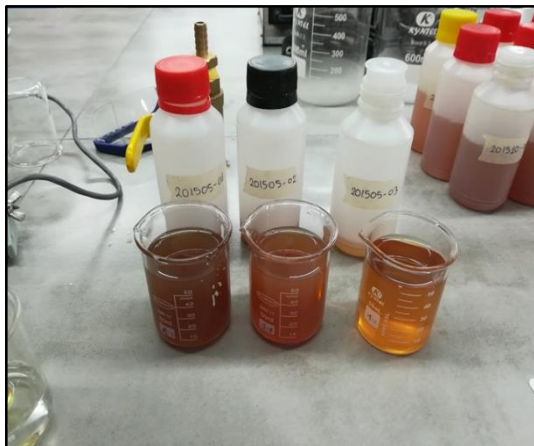


Foto 30: Tratamiento 3 (203005)



Foto 31: Tratamiento 4 (203010)



Foto 32: Tratamiento 5 (251505)



Foto 33: Tratamiento 6 (251510)

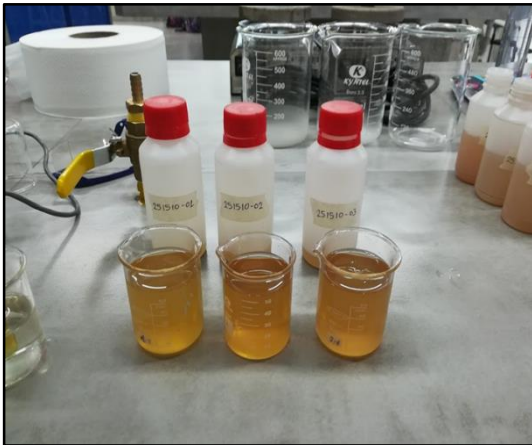
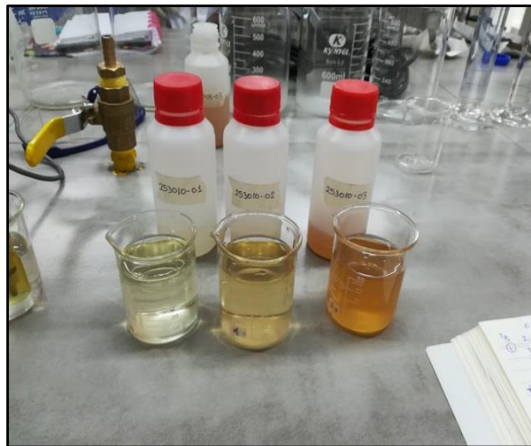


Foto 34: Tratamiento 7 (153005)



Foto 35: Tratamiento 8 (253010)



Anexo 10: Resumen de coincidencias Turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows the following text:

FACULTAD DE INGENIERIA

ELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

so de la Tecnología de Electrocoagulación para el Tratamiento de Efluentes de Camal Avícola a nivel de Laboratorio, SJL 2017"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR:
Ana Cristina Cisneros Zambrano

At the bottom of the document area, it indicates: "Página: 1 de 95" and "Número de palabras: 18089".

On the right side, a sidebar titled "Resumen de coincidencias" shows a total similarity score of **19%**. Below this, a list of 13 sources is provided, each with a 1% similarity score:

Rank	Source	Similarity
1	repositorio.lanlibre.edu.co	1%
2	repositorio.lanlibre.edu.co	1%
3	repositorio.lanlibre.edu.co	1%
4	Entregado a Carlos Tes...	1%
5	www.digencia.uti.pe	1%
6	repositorio.lanlibre.edu.co	1%
7	Entregado a Porellou...	1%
8	Entregado a Universidad...	1%
9	repositorio.lanlibre.edu.co	1%
10	Entregado a Universidad...	1%
11	www.ingenieria.ute.edu...	<1%
12	Entregado a Universidad...	<1%
13	repositorio.lanlibre.edu.co	<1%

The bottom of the interface shows the Windows taskbar with various open applications and the system clock displaying 2:28 on 10/10/2018.