



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Hens Lao Diaz (ORCID: 0000-0003-1796-7317)

Lenin Junior Del Aguila Del Castillo (ORCID: 0000-0003-4781-750X)

ASESORA:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara (ORCID: 0000-0002-9702-8434)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

TARAPOTO – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

A Dios por haber guiado mis pasos y por bendecirme con una familia maravillosa. A mis padres Joyler y Riley que con su apoyo incondicional, sacrificio y esfuerzo permitieron que llegue a la meta. A mis hermanos Iris, Joyler y Alexis, por todo esos maravillosos recuerdos de infancia que me hicieron muy feliz. A mis tíos Eli, Marita y al Ingeniero Peter por apoyarme y acompañarme en este tramo muy importante de mi vida. A mi abuelita Judith por ser como mi segunda mamá en todo este proceso, por su comprensión y cariño.

### **Hens**

A mis padres Lenin y Teresa, quienes me han dado su apoyo incondicional toda mi vida, gracias por ser el ejemplo perfecto de lo que significa ser un excelente ser humano, una persona de bien, pero sobre todo por inculcarme los valores que son tan importantes para la vida. Los amo inmensamente. A mis hermanos Diana y Francis que a pesar de sus necesidades personales siempre me han dado su apoyo incondicional. A mis abuelos, angelitos que desde el cielo me cuidan y protegen. A toda mi familia en general.

### **Lenin**

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la oportunidad de seguir en mi camino por la vida. A mis padres y hermanos por su apoyo infinito, a mis profesores de la carrera profesional de ingeniería ambiental por compartir con pasión sus conocimientos, a mis compañeros por esas experiencias académicas maravillosas que sin duda marcaron en mí una etapa muy importante en mi vida

### **Hens**

Agradezco a Dios por todo lo bueno que me ha dado, y también de lo malo porque de ello he aprendido y mejorado, a mi familia que con su esfuerzo y apoyo me ayudaron a culminar mis estudios y fueron mi sostén en momentos difíciles. Del mismo modo, mi agradecimiento a la universidad Cesar Vallejo de Tarapoto, a la facultad de ingeniería y en especial a la escuela de Ingeniería Ambiental, a nuestros compañeros y profesores, en especial a la Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara y al Blgo. Henry Jave concepción, principales apoyos durante todo este proceso, quienes con sus enseñanzas y conocimientos precisos y concretos, permitió el desarrollo de todo este trabajo.

### **Lenin**

## Página del jurado

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-FR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don Del Aguilá Del Castillo, Lenin Junior y don Lao Díaz, Hena cuyo título es: "Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por los estudiantes, otorgándoles el calificativo de: **13 (Tercera)**

Tarapoto, 09 de diciembre de 2019

  
  
 Mg. Andy Lozano Chung  
 PRESIDENTE

  
  
 MSc. Karina Milagros Ordoñez Ruiz  
 SECRETARIA

  
  
 Mg. Ana María Palomares López  
 DNG. ANGE. INEL  
 CIP. 122149


Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

## Declaratoria de autenticidad

### Declaración de autenticidad

Yo, Hens Lao Díaz, identificado con DNI N° 72264770, estudiante del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo-Filial Tarapoto, con la tesis titulada "Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica-Tarapoto, 2019" Declaramos bajo juramento que:

- La Tesis es de nuestra autoría.
- Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- La tesis no ha sido plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 09 de diciembre del 2019.



**Hens Lao Díaz**

**DNI: 72264770**

## Declaratoria de autenticidad

### Declaración de autenticidad

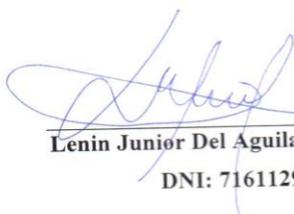
Yo, Lenin Junior Del Aguila Del Castillo identificado con DNI N° 71611292, estudiante del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo-Filial Tarapoto, con la tesis titulada: “Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica-Tarapoto, 2019”

Declaramos bajo juramento que:

- La Tesis es de nuestra autoría.
- Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- La tesis no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 09 de diciembre del 2019

  
**Lenin Junior Del Aguila Del Castillo**  
DNI: 71611292

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>11</b>
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
2.2. Operacionalización de variables.....	12
2.3. Población y muestra .....	13
2.4. Técnicas de recolección de datos y validación de instrumentos .....	13
2.5. Procedimiento .....	14
2.6. Método de análisis de datos .....	19
2.7. Aspectos éticos.....	20
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>38</b>
Matriz de consistencia.....	39
Instrumentos de recolección de datos.....	40
Validación de instrumentos.....	41
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	68
Autorización de publicación de tesis en el repositorio institucional UCV.....	70
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	73

## Índice de tablas

Tabla 1. Esquema general del diseño experimental.....	11
Tabla 2. Definición operativa de variables.....	12
Tabla 3. Punto de muestreo y su ubicación geográfica.....	15
Tabla 4. Datos fisicoquímicos del agua residual doméstica en estudio.....	21
Tabla 5. Remoción (%) de la turbiedad mediante coag. química y electrocoagulación.....	22
Tabla 6. Turbiedad Inicial y final del agua residual domestica.....	24
Tabla 7. Análisis de varianza de la variable turbiedad de los tratamientos comparativos T1 (24Vx20min) y químico.....	25

## Índice de figuras

Figura 1. Turbiedad en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.....	23
Figura 2. Turbiedad inicial y final del agua residual doméstica.....	24
Figura 3. Gráfico de perfil de la turbiedad, tratamiento químico y físico.....	26
Figura 4. DBO en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.....	64
Figura 5. SST en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.....	65
Figura 6. pH en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.....	66
Figura 7. Temperatura en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación...	67

## Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Determinación de la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019”, cuyo objetivo principal fue determinar la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019; el estudio se fundamenta en los conceptos y definiciones sobre los métodos de tratamiento de agua residual doméstica en el gobierno nacional e internacional. Nuestro estudio es de tipo experimental, se utilizó el diseño correlacional, la muestra fue de 19.25 litros de agua residual doméstica del distrito de Tarapoto; los instrumentos utilizados fueron: cadena de custodia, registro de campo, guías de observación para la evaluación del proceso de la coagulación química y la electrocoagulación.

Se llegó a la conclusión que el método de tratamiento físico (Electrocoagulación) usando una intensidad de corriente de 24 V y un tiempo de 20 minutos presentó mayor eficiencia que el sistema de coagulación química; lo que permite rechazar la hipótesis nula (H0) y aceptar la hipótesis alterna (H1). Por otro lado, se determinó el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de electrocoagulación y coagulación química para el tratamiento de agua residual domestica dándonos como resultado un porcentaje de 97% y 92% respectivamente.

**Palabras claves:** Electrocoagulación, Coagulación Química, Remoción de la turbiedad, Agua Residual Doméstica.

## **Abstract**

This research work entitled "Determination of efficiency between electrocoagulation and chemical coagulation methods for the removal of turbidity from domestic wastewater", Tarapoto, 2019, the main objective of which was to determine the efficiency between electrocoagulation and chemical coagulation methods for the removal of the turbidity of domestic sewage. Tarapoto, 2019; the study is based on the concepts and definitions of domestic wastewater treatment methods in national and international government. Our study is of experimental type, we used the correlational design, the sample was 19.25 liters of domestic wastewater from the district of Tarapoto; the instruments used were: chain of custody, field record, observation guides for the evaluation of the process of chemical coagulation and electrocoagulation.

It was concluded that the physical treatment method (Electrocoagulation) using a current intensity of 24 V and a time of 20 minutes showed greater efficiency than the chemical coagulation system; which makes it possible to reject the null hypothesis (H0) and to accept the alternate hypothesis (H1). On the other hand, the percentage of turbidity removal was determined by the method of electrocoagulation and chemical coagulation for the treatment of domestic waste water, resulting in a percentage of 97% and 92% respectively.

**Keywords:** Electrocoagulation, Chemical Coagulation, Turbidity Removal, Domestic Wastewater.

## I. INTRODUCCIÓN

Para este estudio se consideró como parte inicial la **realidad problemática** que está en función al contexto de investigación, para ello, cabe mencionar que el agua al igual que el aire y demás recursos es un elemento fundamental que sustenta a las múltiples vidas en el planeta, permitiéndonos crecer como especies afortunados WWPA (2016). Los primeros antecedentes históricos sobre las aguas residuales se indican en la Biblia, (655 a de C.) en su lucha con los jebusitas el Rey David consigue que Joab entre en Jerusalén a través de los canales de desagüe de aguas negras y de lluvia. Tiempo después, en la revolución industrial del XIX, tuvo como consecuencia la masificación de la población especialmente entorno a los centros de producción, creándose unas condiciones sanitarias penosas, ello dió lugar a numerosas epidemias de cólera, como la de 1832 y posteriormente la de 1845 con más de 25.000 muertos, que pusieron de manifiesto la conexión entre el estado sanitario del agua de consumo y el desarrollo de enfermedades. Luego, es en la década de 1840-1850 cuando se empieza a experimentar algún progreso en el proyecto y construcción de redes de saneamiento. En 1842 Sir Edwin Chadwick elaboró un informe sobre las condiciones sanitarias en Gran Bretaña en el que se establecía la necesidad de recoger las aguas residuales en un sistema específico de alcantarillado, proponiendo la utilización de conductos de gres y la separación de las aguas residuales de las pluviales. A partir de la iniciativa británica, se establecen las bases modernas del saneamiento con la recogida y transporte de las aguas residuales. En 1847, se estableció con carácter obligatorio conectar los edificios a las redes de alcantarillado dando origen a los primeros alcantarillados de tipo unitario, sistema posteriormente adoptado por la mayor parte de las ciudades europeas y americanas. (OPS/OMS, 1999).

Con respecto a cifras, según el CONAGUA (2011) en el mundo actual existe cerca de 1.386 millones de kilómetros cúbicos de H<sub>2</sub>O, el 97.5% contiene agua salina y un 2.5% es dulce, representando solo 35 millones de kilómetros cúbicos, sin embargo, el 70% está en estado sólido. Desde un enfoque mundial, el WWAP (2019), asevera que desde los años 80 el uso del agua se ha incrementado en un 1%. Esto lleva a los científicos a mencionar que al año 2050, el uso incrementará del 20 al 30%, debido básicamente al sector industrial y doméstico. Ante esta situación algunos países ya asumen el reto de tratamiento de sus

aguas residuales, según el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO, en promedio las naciones con una economía alta hacen el tratamiento casi del 70% de sus aguas residuales municipales e industriales, en los territorios con una economía medios-altos realizan el tratamiento de sus aguas residuales un 38%, un 28% en naciones con una economía medios-bajos y finalmente en los estados que tienen una economía baja solo tratan sus aguas residuales un 8%. Estos datos llevan a la conclusión que más del 80% de estas aguas son devueltos a cuerpos hídricos sin tratamiento.

A nivel nacional la situación de las aguas residuales es de considerar, en la revisión del estudio efectuado por SUNASS (2008), se desprende que el 70% de las aguas residuales en el Perú no tienen tratamiento de aguas alguno; asimismo, que de las 143 plantas de tratamiento residual que existen en el Perú, solo el 14% cumplen con la normatividad vigente para el cabal funcionamiento de las mismas. Con todo ello se puede decir que más de la tercera parte de la población no dispone con la cobertura de saneamiento, con lo cual se pone en riesgo a una tercera parte de la población por falta de políticas y gestión del tratamiento de agua potable y de aguas residuales. Por otro lado el ANA (2013), menciona que de acuerdo a un estudio realizado sobre la situación actual y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú; 7 millones de habitantes de nuestro país no tienen acceso a agua potable segura; el nivel de cobertura de agua potable en un nivel mayor al 80%, es solo en los departamentos de: Lambayeque, Lima, Callao, Ica, Arequipa y Tacna; la cobertura en menor al 40% en Amazonas, Huánuco, Huancavelica y Puno; el agua no facturada es de aproximadamente el 40%; más de 10 millones de habitantes no tiene servicios de saneamiento; la cobertura de saneamiento mayor al 80% es solo en Lambayeque, Lima y Tacna, la cobertura de saneamiento del 20% al 40% es en Loreto, Ucayali y Madre de Dios. Este estudio menciona además que: según datos del 2009, 786 millones de metros cúbicos de Aguas Residuales Domesticas, 511 MMC se encontraban sin Tratamiento, de las cuales corresponden a Lima y Callao 325 MMC. De un total de 143 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas, solo el 4.9% (7 plantas) estaba operando en niveles óptimos. En este informe también se menciona que de acuerdo a la Dirección General de Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos, los ríos de

Loreto, Piura, Pasco, Arequipa, Moquegua Puno, Ucayali, Madre de Dios, se encuentran contaminados por aguas residuales municipales sin tratamiento.

En el ámbito local el problema de las aguas residuales no son ajenas. A lo largo del recorrido de los ríos que están dentro de nuestra área geográfica como el Cumbaza y el Shilcayo, las personas con sus malas acciones se han encargado de contaminar, alterando su composición natural y poniendo en peligro la vida tanto de las personas animales y también las plantas. Según Emapa (2018) La ciudad de Tarapoto tiene dentro de su área tiene 9 vertimientos, entre ellas el vertimiento de Alfonso Ugarte con un caudal de descarga de 283.09 L/s, el vertimiento de 10 de agosto con un caudal de descarga de 41.33 L/s, el vertimiento de 2 de mayo con un caudal de 2.09 L/s; el vertimiento de Jorge Chávez con un caudal de 160.53 L/s; el vertimiento de Shilcayo con un caudal de 34.38 L/s; el vertimiento de los Sauces con un caudal de 1.37 L/s, el vertimiento de campamento militar uno con un caudal de 0.13 L/s, el vertimiento de campamento militar dos con un caudal de 0.42 L/s y el vertimiento de mirador Cumbaza con un caudal de 0.78 L/s. Uno de los principales problemas es que las aguas residuales domesticas de la ciudad son vertidas directamente a los ríos, sin recibir ningún tratamiento previo. En tiempos pasados el nivel de contaminación no era tan considerado en relación a la actualidad.

Entonces, debido a que el consumo del agua va en aumento como consecuencia del crecimiento de los sectores que sustentan al mundo crea el reto de investigar. En esta época moderna se conocen tecnologías que se basan en la electroquímica para tratar aguas residuales. Por ello, el siguiente proyecto de estudio se expone al método de electrocoagulación, ciencia que sigue siendo llamativa para los investigadores, porque a pesar que ha demostrado excelentes resultados, sigue siendo de mucha importancia estudiar las condiciones y factores que involucran la eficiencia de este método de tal forma que se pueda remover casi en su totalidad los agentes que alteran la calidad de agua.

Esta investigación también hace referencia a **estudios previos** de investigadores, de ello se tomo como **antecedente internacional** a YAGUANA, Nancy y ALMEIDA, Juan. (2015): *Diseño y construcción de un reactor prototipo a nivel de laboratorio utilizado para el tratamiento de aguas residuales mediante electrocoagulación*. (Tesis de

pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador: Llegaron a la conclusión que el prototipo de 10 Litros de capacidad sometido a condiciones de:  $I=7$  Amperios,  $V=24$ , con electrodos de Al de forma rectangular con orificios conectados bipolarmente en series a razón de 11 milímetros dio como resultados los siguientes porcentajes de remoción: Turbiedad y Color 99% y DQO 68%; así también, ROBLES, Lindsay y LÓPEZ, Andrés. (2017): *Diseño de un prototipo para el tratamiento de aguas residuales domésticas, basados en electrocoagulación*. (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle. Colombia: Concluyeron que este método de electrocoagulación resultó ser eficiente para tratar agua de origen doméstico teniendo un éxito de remoción de: 75-83% DQO, 89-100% DBO5, 51-54% STD, 93-97% Turbidez, 82-95% Color, 51-52% C.e. Seguimiento de HERNANDEZ, Johan y MEJIA, Stephany. (2019): *Evaluación del sistema de electrocoagulación para disminuir la carga contaminante a escala de laboratorio*. (Tesis de pregrado). Fundación Universidad de América. Colombia: Quienes demostraron que utilizando electrodos de hierro a un voltaje de 2.7 V, 7.7 V y 12.6 V y un tiempo de 5, 15 y 30 minutos, se obtuvo como resultado que para un voltaje de 12.6 V y un tiempo de 30 min se removió el 90% para los parámetros Demanda Bíoquímica de Oxígeno, SS, aceites, sólidos sedimentables y grasas.

Por otra parte, en cuanto a trabajos previos del **contexto nacional** se tomó a AGUILAR, Juan y BAZAN, Junior. (2018): *Efecto de la intensidad eléctrica y el tiempo en la disminución de la materia orgánica y turbidez en la electrocoagulación de las aguas residuales de la ciudad universitaria UNT*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú: Estos investigadores evidenciaron que aplicando 4 amperios de intensidad de corriente eléctrica durante 60 minutos se redujo un 81% y 76%, de la turbiedad y la materia orgánica respectivamente. También, BARBOZA, Inés. (2011): *Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totorá – Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú: Concluyó que la electrocoagulación logra la remover con un factor tiempo de 25 min más una intensidad de energía eléctrica de 12 A a un pH 7.33 se removió un 94.65% de la turbiedad, un 65.1 % de coliformes fecales y un 64.8 % de DBO5. Seguidamente, CORONEL, Kateri y VILA, Gerson. (2013): *Remoción*

*de contaminantes de las aguas residuales urbanas del colector parra del riego por el método de electrocoagulación mediante paneles fotovoltaicos, a nivel de laboratorio.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del centro del Perú. Perú: Concluyeron que el uso de electrodos de fierro y aluminio separados a razón de 1 cm, con 32 A de densidad de corriente eléctrica en un tiempo de 20 min se removió coliformes totales un 99.92% y de Escherichia Coli un 99.98%, 96.32% de aceites y grasas, 92.94% de turbiedad, 78.89% de DQO, 50.44% de conductividad eléctrica, 52.91% de ST, 88.62% de SS, 83.04% de dureza cálcica, 86.65% de dureza total y 86.33% de DBO<sub>5</sub>. Por su parte PEREZ, Lissef. (2018): *Uso de la electrocoagulación para reducir la carga de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales Ajeper - Huachipa 2017 II.* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú: Logró disminuir un 97% de la DQO, 95 % de SST y un 92% de la DBO. Seguido de VERA. José. (2016): *Comparación de la coagulación química y la electrocoagulación en la eficiencia de remoción de turbidez de agua del río Rímac, 2016.* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú: Concluyó que la media más alta estuvo relacionada con el método de electrocoagulación con un 85.18 % de remoción de turbidez, seguido del hidroxicloriguro de aluminio con 81.53 % y la menor la obtuvo el sulfato de aluminio con 69.81 %.

ROJAS, Miguel. (2017): *Reducción de la DQO del agua del río Lacramarca mediante el proceso de electrocoagulación, Chimbote – 2017.* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Perú: Concluyo que el método utilizado logro disminuir la DQO, debido a que el mayor porcentaje de reducción fue de 89.5% obtenido en la primera muestra utilizando 4 horas y una energía de trabajo de 8V, en la segunda muestra el mayor porcentaje de reducción fue de 91.3% utilizando 4 horas y una energía de trabajo de 8V y en la tercera muestra se obtuvo un mayor porcentaje de reducción de 92.9% utilizando 4 horas y una energía de trabajo de 8V; dando a decir que a mayor tiempo y mayor voltaje la disminucion de la DQO será mayor. Por su parte CARHUANCHO, Hans y SALAZAR, Jorge. (2015): *Estudio del efecto de la electrocoagulación en el tratamiento de aguas residuales a nivel de laboratorio en la planta de tratamiento de aguas residuales covicorti en la ciudad de Trujillo – La libertad.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú: Obtuvieron resultados finales alentadores de remocion: 90.95% de la DQO,

97.32% de color, 96.48% de turbiedad y de DBO5 un 58.24%. Finalmente MENDOZA, Ana y SÁNCHEZ, Allison. (2019): *Remoción de sulfuros y turbidez en los efluentes de pelambre de curtiduría, mediante electrocoagulación*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú: Llegaron a la conclusión que hubo mayor remoción de sulfuros y turbidez de 99.3 y 95.7% respectivamente a un pH =11 y a una intensidad de corriente de 10 A. Adicionalmente se desprende de este trabajo de investigación que a partir de los 80 minutos no se muestra un aumento significativo en la remoción de sulfuros, sino que se mantiene constante en el tiempo.

En lo referente a las **bases teóricas** de la investigación es de fundamental necesidad comenzar, describiendo al agua como recurso que sustenta la existencia en todas sus expresiones en la tierra, químicamente formado por H<sub>2</sub> y O. MINAM (2016). Además, la organización de Amigos por la Tierra de América Latina y el Caribe, menciona que a este recurso se le considera como un eje articulador de luchas ambientales y sociales. ATALC (2016).

Entonces ante su indiscutible importancia se generan muchas alteraciones durante su aprovechamiento sea cual fuese el sector, de ello surgen las aguas residuales. Según AGUILAR (2015) este se refiere aquellas generadas como consecuencia de las actividades antrópicas, tales como sectores industriales y domésticas, que dado a sus alteraciones de calidad representan un riesgo ambiental y social, por ello, es de mucha necesidad tratarlas. Estas aguas residuales la OEFA (2014) los clasifica en 3 sectores: aguas residuales municipales, que son de tipo combinado, mezcla de aguas industriales tratadas previamente, aguas domésticas y aguas pluviales del sistema de alcantarillado; las domésticas que son aquellas aguas que provienen de las zonas comerciales y residenciales que por su naturaleza poseen alta carga de desechos fisiológicos y finalmente las industriales que son aguas producto del desarrollo de muchos procesos productivos.

Ante estas alteraciones a este recurso existen tratamientos para las mismas. JIMÉNEZ (2018) afirma que para tratar las aguas residuales se consideran 4 etapas: Todo parte del tratamiento preliminar, esta etapa buscan remover partículas de tamaño significativo con el fin de evitar problemas en el proceso de tratamiento. Para esta etapa se utilizan rejillas

metálicas para atrapar materiales suspendidas de gran dimensión, sedimentadores para evitar la obstrucción de equipos y tanques de homogenización para equilibrar el flujo entrante del agua residual, seguidamente tenemos al tratamiento primario, en esta se usan básicamente procesos mecánicos con el fin de reducir significativamente partículas en suspensión, además de una fracción importante de la carga orgánica. En esta fase se consideran a la coagulación, floculación, sedimentación y filtración, oxidación química, flotación, precipitación química y filtros gruesos. Luego, se pasa a realizar los tratamientos secundarios, en esta etapa se usan principalmente procesos biológicos con el propósito de eliminar la materia orgánica con ayuda de microorganismos (Bacterias), se suelen usar lagunas de estabilización: aerobia, facultativa y maduración, así como también aireada: airada facultativa, facultativa con aeración mecánica y difusión de aire. También existen la filtración biológica que pueden ser baja capacidad (filtros clásicos) o de alta capacidad: filtros comunes, biofiltros, aero-filtros y accelo-filtros. Finalmente tenemos al tratamiento terciario, este proceso se encarga de aquellos contaminantes que no logran ser depuradas en las etapas anteriores como nitratos y fosfatos, quistes de paracitos, algas, bacterias, virus, etc, para así lograr un agua con parámetros aceptables que cumplan las normas legales de acuerdo al uso del recurso.

Para llevar a cabo el tratamiento de la aguas se suelen usar compuestos químico en los distintas etapas de tratamiento, ejemplo de ello resalta el sulfato de Aluminio como agente basico para limpiar el agua de particulas supendidas si de tratamiento primario de trata, según VERA (2016) esto se hace posible gracias a sus propiedades fisicoquímicas que agrupa los sólidos suspendidos que contiene el agua acelerando el proceso de sedimentación, disminuyendo la carga bacteriana, el color y el sabor, se utiliza como coagulante y floculante primario en el tratamiento de aguas para potabilizarlas o para aguas residuales.

Sin embargo, las coagulacion química no es el unico metodo para tratar la turbiedad, tambien existen metodos fisicos, de ello resalta las electrocoagulacion, según PEROZO y ABREU (2017) este es una técnica que se basa en inducir corriente eléctrica a través de materiales conductores de electricidad con el fin de remover contaminantes presentes en

el agua. Esta técnica ha salido a flote gracias a que ha demostrado resultados alentadores, en el pasar del tiempo y para realizarlo ARANGO (2006) afirma que existen factores que pueden afectar la electrocoagulación: Uno de ellos es el pH, este factor influye en la solubilidad del material para formar hidróxido, este debido a que interviene directamente sobre el rendimiento de la corriente. El potencial de Hidrogeno sufre alteraciones y esta alteración depende del pH del agua a estudiar y de los materiales utilizados para el electrodo, Como siguiente factor tenemos a la densidad de corriente, porque cuando al sistema se le somete a niveles altos de DC cambia de “elétrica – calórica” provocando que la temperatura se eleve. Además, cuanto mayor corriente se le aplica al sistema mayor será la liberación de iones de  $Al^{+3}$  o  $Fe^{+2}$ . Seguidamente, la conductividad también es un factor importante a considerar ya que al incrementarse también lo hace el factor anterior, es decir, cuando se aplica un voltaje constante al sistema, se da una elevación de la conductividad eléctrica, esto reduce el nivel de voltaje que se suministra al sistema. Como último tenemos a la temperatura, no ha sido muy investigado, pero se halló que el rendimiento de la corriente se eleva a un límite máximo de 60° C.

Entonces como se ha mencionado anteriormente, la electrocoagulación es la versión física del tratamiento de la turbiedad, este es un parámetro medido en unidades Nefelométricas de turbidez (NTU) que según afirmaciones de JIMENEZ (2018) es originado por partículas en suspensión o coloides de tal forma que no permite el normal paso de la luz en el agua. Además, VERA (2016) menciona que las partículas en suspensión son las principales causantes de la turbiedad (siendo normalmente minerales, arcillas, sedimentos, elementos orgánicos e inorgánicos, entre otros), siendo estas coloides o materia insoluble más grandes. Los elementos más frecuentes en aguas turbias son las arcillas, las cuales, basados en diversos análisis, se componen básicamente de aluminio, sílice y agua; usualmente con álcalis, hierro y tierra alcalina.

Para el desarrollo de este estudio se formuló el siguiente **problema General**: ¿Cuál será la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica?, seguido de ello se plantearon **problemas específicos** tales como: ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del agua

residual doméstica a tratar?, ¿Cuál será el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de electrocoagulación para el tratamiento del agua residual doméstica?, ¿Cuál será el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de coagulación química para el tratamiento del agua residual doméstica?, ¿Cuál será la turbiedad inicial y final del agua residual domestica?

Por otra parte, esta investigación se **justifica teóricamente** en determinar la eficiencia de remoción de la turbiedad entre dos métodos, la coagulación química vs la electrocoagulación, partiendo de que la turbiedad es un parámetro indicador de calidad de agua; teniendo en cuenta que, las partículas que generan este problema están relacionados con los sólidos disueltos totales y los agentes coloidales, por lo tanto, su concentración está regida a políticas que establecen sus valores de acuerdo al uso. El proceso de floculación es un procedimiento que básicamente se ha utilizado para remover contaminantes; sin embargo, debido a su amplia aplicación debe ser objeto de estudio para encontrar nuevos métodos que permitan remover este parámetro a un valor más pequeño. Así mismo, la **justificación metodológica** que se realizó con 2 grupos experimentales y 1 de control: El método de Electrocoagulación (Ge1), la Coagulación Química (Ge2) y el grupo de control (Gc). La muestra a trabajar será 19.25 Litros de agua residual doméstica. Para el método de electrocoagulación se usarán 6 barras de aluminio el cual estarán conectados a un convertidor de electricidad de 12 voltios como mínimo y 24 voltios como máximo. Con este método se harán 2 ensayos, la primera se someterá al equipo a una corriente de 24 voltios = 5 amperios durante 20 minutos y la segunda se someterá al equipo a una corriente de 12 voltios = 3 amperios por un tiempo de 10 minutos. Los ensayos mencionados serán triplicados. Para el método de coagulación química se ensayó con el test de jarras 4 dosis de sulfato, de aluminio, 9.6 gr, 8gr, 11.2 gr y 12.8 gr. Observando mejores resultados con 12.8 gramos, valor con el cual realizamos el trabajo. Por otra parte, en cuanto a la **justificación práctica** cabe mencionar que en la electrocoagulación se dan una gran variedad de fenómenos básicamente fisicoquímicos, este consiste en hacer usos de materiales capaces de conducir corriente con el fin de introducir la corriente al agua a remediar, los iones que se disuelven en el agua en el proceso depende del material que como investigador se utiliza. Finalmente la **justificación social**

se enfoca en la realidad, ya que actualmente para reducir el parámetro turbiedad a niveles aceptables se utiliza con mucha frecuencia agentes químicos como el  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , sin embargo al ser un producto químico sigue contaminando de una u otra forma el agua que consume la sociedad, ya que el uso del sulfato de aluminio ha sido un tema controversial por sus efectos negativos sobre la salud, muy relacionado con el “Mal de Alzheimer”.

Esta investigación busca incentivar en la investigación de procesos limpios en la remediación de AR y que a su vez, que las empresas inviertan en tecnologías amigables con el ambiente.

Seguidamente se presenta las **Hipótesis** de la investigación, siendo la **H0**: El método de electrocoagulación será menos eficiente con respecto a la coagulación química en la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica. Por tanto la **H1**: El método de electrocoagulación será más eficiente con respecto a la coagulación química en la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica.

Finalmente se presentan los **objetivos**, planteando como **objetivo general**: Determinar la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019; y como **objetivos específicos**, se planteó: Determinar las características fisicoquímicas del agua residual doméstica a tratar, determinar el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de electrocoagulación para el tratamiento del agua residual doméstica, determinar el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de coagulación química para el tratamiento del agua residual doméstica y el último objetivo fue de determinar la turbiedad inicial y final del agua residual doméstica.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación

Es de carácter correlacional y según su naturaleza fue cuantitativa; debido a que se basó en aspectos observables y estos fueron susceptibles a ser cuantificados buscando el grado de relación entre las variables. (ARIAS, 2006)

#### Diseño de investigación

Corresponde a una investigación experimental debido a que las variables en estudio fueron manipuladas de forma intencional; en este sentido el nivel de voltaje del sistema de electrocoagulación y la concentración del coagulante químico. Esto variaría según el porcentaje de remoción que se obtenga como resultado final. El esquema que se muestra a continuación se explica el método experimental.

**Tabla 1**

*Esquema general del diseño experimental*

Grupos	Antes	Tratamientos			Después
Agua tratada por Electrocoagulación (Ge1)	Ei	T1	T2	T3	Ef
Agua tratada por Coagulación Química (Ge2)	Ei	T1	T2	T3	Ef
Agua sin tratamiento (Gc)	Ei	-	-	-	Ef

*Fuente* : Elaboración propia, 2019.

#### Donde:

- Ge1 : Grupo experimental 1
- Ge2 : Grupo experimental 2
- Gc : Grupo de control
- Ei : Evaluación inicial
- Ef : Evaluación final
- T1 : Primer tratamiento
- T1 : Segundo tratamiento
- T1 : Tercer tratamiento

## 2.2. Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Definición operativa de variables*

	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Dependiente</b>	Remoción de la turbiedad	Corresponde a un valor porcentual de la transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión. (JIMÉNEZ, 2018).	La remoción de la turbiedad se determinará mediante una fórmula que relaciona la turbiedad inicial y la turbiedad final.	▪ Parámetros físico – químico	▪ Turbiedad	UNT	Razón
	<b>Independiente</b>	Eficiencia entre los métodos	Es la capacidad de rendimiento que dispone un sistema para lograr un efecto deseado o esperado. También se podría definir como la capacidad de productividad de un determinado sistema. (VERA,2016).	La eficiencia se determinará teniendo en cuenta la capacidad que presente el sistema a evaluar según supere o no el 90 % de la remoción.	▪ Intensidad de corriente eléctrica.	▪ Voltaje de energía eléctrica	mA/m <sup>2</sup>
▪ Tiempo					▪ T1= 20 ▪ T2= 10	Minutos	Razón
▪ Dosis de sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$					▪ D1: 12.8	mg/L	Razón

*Fuente:* Elaboración propia, 2019.

## **2.3. Población y muestra**

### **Población**

El agua residual domestica del distrito de Tarapoto fue de un total de 487.04 L/s. Lo conforman 4 puntos de vertimiento: Alfonso Ugarte: 283.09 L/s, 10 de agosto: 41.33 L/s, 02 de mayo: 2.09 L/s y el vertimiento Jorge Chávez con 160.53 L/s.

### **Muestra**

La alícuota estuvo conformado por un volumen de 19.25 Litros, la misma que fue obtenida mediante un muestreo probabilístico, en base a los “Requisitos para la toma de muestras de agua establecido según el Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales establecidos por la R. J. 010 - 2016 - ANA”, para luego ser sometido al proceso experimental.

## **2.4. Técnicas de recolección de datos y validación de instrumentos**

### **Técnicas de recolección**

Previo a la recolección de información se evaluó parámetros indicadores de ARD tales como Turbiedad, pH, Conductividad, DBO<sub>5</sub> y SST; además de aquellos obtenidos mediante el uso de ciertos instrumentos, equipos y softwares.

- Revisión bibliográfica de investigaciones realizadas.
- Cadena de custodia.
- Registro de campo.
- Guías de evaluación para la evaluación del proceso de la coagulación química y la electrocoagulación.
- Se hizo uso del software ArcGIS para georreferenciar el punto de la toma de muestra.
- Se hizo uso del software ArcGIS para crear el mapa del lugar de ejecución del proyecto.
- Se hizo uso de un GPS para marcar los puntos de ubicación geográfica del muestreo.

## **Criterios de Validez y Confiabilidad de los instrumentos**

La técnica empleada por el estudio fue la guía de observación, permitiendo recabar los datos necesarios para el análisis e interpretación de los mismos. Los instrumentos empleados fueron guías de observaciones y el formato de campo, permitiendo recopilar información.

### **Validez**

Los instrumentos de ambas variables, consistieron en dos guías de observación y un formato de campo, estos fueron sometidos al juicio de 3 expertos, quienes tuvieron la tarea de verificar y contrastar la coherencia de los indicadores propuestos en el estudio; los profesionales validadores fueron: Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara, Mg. Karina Milagros Ordoñez Ruiz y la Mg. Karla Luz Mendoza López; el calificativo consolidado de los jueces fue de 48 lo que le da alta validez, por lo tanto, los instrumentos metodológicamente reúnen las condiciones para ser aplicados.

### **Confiabilidad**

Los equipos utilizados fueron debidamente calibrados por una entidad autorizada y revisados previamente antes de su uso, los materiales cumplieron los requisitos establecidos en la normativa nacional vigente para toma de muestra de agua. Así mismo se hizo uso de un software estadístico y métodos estandarizados confiables.

## **2.5. Procedimiento**

### **2.5.1. Primera etapa: Etapa de gabinete inicial**

#### **Revisión bibliográfica**

Primeramente se compilo información bibliográfica confiable a partir de libros, revistas, artículos, tesis y otros. La información recopilada, se sistematizo y ordenado a fin de ser utilizada según sea requerida. Además, se coordinó con instituciones para gestionar los permisos respectivos a fin de adquirir los materiales, equipos, reactivos e instrumentos necesarios en la ejecución del proyecto.

## 2.5.2. Segunda etapa: Etapa de campo

### Delimitación y selección del punto de muestreo

Se efectuó una visita a campo para reconocer el lugar donde se llevará la toma de muestras correspondiente, se determinó la ubicación y la altitud de cada punto haciendo uso de un GPS. Se consideró la obtención, conservación y transporte de la muestra. Además, la toma de muestra se realizó según lo propuesto en el Protocolo de Monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales establecidos según (DIGESA, 2007). El muestreo se realizó en 04 puntos preestablecidos:

**Tabla 3**

*Punto de muestreo y su ubicación geográfica.*

Punto	Código	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
			Este	Norte	
1	Vert-1	Alfonso Ugarte	0347137	9281618	243
2	Vert-2	10 de agosto	0347517	9280932	243
3	Vert-3	2 de mayo	0347617	9280613	232
4	Vert-4	Jorge Chávez	0347772	9280273	228

*Fuente:* Elaboración propia, 2019.

### Preparación de materiales, equipos e indumentaria

Para ejecutar el muestreo de manera efectiva, se alisto anticipadamente las indumentarias, equipos e instrumentos, además del registro de campo y cadena de custodia.

### Muestreo

Se realizó el rotulado y etiquetado del envase a utilizar en el muestreo y la georreferenciación del punto de monitoreo específico. Así mismo, se procedió a medir los indicadores de campo como Temperatura, Conductividad y pH. Paralelamente se realizó la toma de muestra, se llenó la cadena de custodia y se transportó las muestras según lo establecido por el protocolo.

### **Rotulado y etiquetado**

Los envases fueron rotulados con etiquetas autoadhesivas: donde se detalló el código del lugar a tomar el punto, tipo de agua, nombre del solicitante, hora-fecha, nombre del personal que toma la muestra. Además, las etiquetas fueron selladas con cinta transparente con el fin de protegerla de la humedad.

### **Toma de la muestra**

Se evitó contaminar las alícuotas por levantar las partículas del fondo o de la orilla. También se contó con el equipo de seguridad a fin de evitar traspies o accidentes, se consideró un lugar donde el curso del agua sea uniforme. Además, se midieron los indicadores de campo in situ o en un envase que tenga un volumen adecuado, se anotó las mediciones en el registro de campo. Cabe señalar que la muestra se recolectó en tres horarios diferentes (mañana, tarde y noche). El envase tuvo una capacidad no menor de 03 Litros, al cual se le retiró la tapa y se procedió a enjuagar como mínimo dos veces y finalmente se colocó el frasco tapado en un cooler con ice pack o hielo en la sombra mientras duró el muestreo y se transportó para su conservación en refrigeración (en los tres turnos se repetirá el procedimiento).

### **Llenado de la cadena de custodia, almacenamiento y conservación**

En la cadena de custodia, se consideró: El nombre del personal que monitorea, su Email, su teléfono, nombre del trabajo, código del punto de monitoreo/muestra, clasificación de la matriz de agua, fecha y hora del muestreo, número y tipo de envases, preservación, lista de parámetros a analizar. Para el envío al laboratorio de análisis se consideró la cadena de custodia correctamente llenado y protegido.

### **2.5.3. Tercera etapa: Etapa de laboratorio y ensayo**

#### **Armado del equipo de electrocoagulación: Materiales empleados**

Se utilizó un vaso precipitado de 2 000 ml, un motor reductor D.C de 25 Voltios, melamina de 18 mm de espesor x 20.5 de ancho x 30 de largo, tubo de acero inoxidable de 20 cm de

largo x ¼ de espesor x 1.5 de diámetro, aluminio de 39 cm de largo de 0.6 milímetros de espesor, plancha de acero inoxidable de 1 mm de espesor y una probeta de 250 ml

### **Diseño de la celda electroquímica**

La celda de electrocoagulación fue diseñada para analizar ensayos con un volumen aproximado de dos litros (02) de agua residual doméstica, el material que se utilizó fue un vaso precipitado de dos (02 L) como volumen bruto y 1800 mL de capacidad de trabajo. El sistema de celdas presenta un diseño circular, la cual se ajusta a la geometría del recipiente en el que se montara para realizar la prueba experimental

### **Electrodos**

Los electrodos que constituyen el sistema son un total de seis unidades (02 unid. de 12 x 20 cm, 02 unid. de 08 x 20 cm y 02 unid. de 04 x 20 cm). Estos electrodos fueron construidas de aluminio liso (0.6 mm de espesor), las cuales fueron conectadas a una fuente de corriente alterna con la finalidad de aportar corriente, la intensidad de corriente es capaz de ser regulada desde 12 a 24 V.

### **Fuente de energía**

Para regular la energía de la fuente se utilizó un convertidor de voltaje el cual nos permitirá regular la cantidad de corriente a trabajar, siendo en este caso de  $24V=5A - 12V=3A$

### **Tiempo de tratamiento**

El factor tiempo que se considero fue de 10 y 20 minutos.

### **Ensayo 01: Tratamiento físico (Electrocoagulación)**

Para el primer experimento se utilizó un volumen de trabajo de aproximadamente 1.8 L de agua residual doméstica, y se aplicó al sistema una corriente de 24 voltios = 5 amperios por un tiempo de 20 minutos.

Los electrodos de aluminio tuvieron una separación de aproximadamente un (01) centímetro. Además, este experimento se triplico bajo las mismas condiciones hasta

alcanzar el volumen requerido para satisfacer la demanda según el laboratorio (Laboratorio EQUAS S.A.C. de la ciudad de Lima).

### **Ensayo 01: Tratamiento físico (Electrocoagulación)**

Para el segundo experimento se utilizó un volumen de trabajo de aproximadamente 1.8 L de agua residual doméstica, y se aplicó al sistema una corriente de 12 voltios = 3 amperios por un tiempo de 10 minutos.

### **Ensayo 01: Coagulación química usando el sulfato de aluminio**

Se consideró 40 mg de sulfato de aluminio tipo A para un volumen de 800 mL de agua residual doméstica, la misma que fue sometida al proceso de coagulación (350 rpm x 1-2 min), floculación (30 – 40 rpm x 15 min) y sedimentación (15 min – 2 horas).

### **Materiales empleados**

04 vasos de precipitación con capacidad volumétrica 1 500 ml.

Una (01) probeta de 250 ml

### **Equipos**

Equipo de test de jarras

Balanza digital analítica

### **Insumos**

Sulfato de aluminio tipo A

### **Cuarta etapa: Etapa de gabinete final**

Una vez hecho los ensayos necesarios, junto a los resultados del laboratorio se realizó la interpretación de los resultados para calcular el porcentaje de remoción de la turbiedad.

Para realizar la determinación del porcentaje de remoción se hizo uso de la fórmula 01, los resultados fueron sistematizados y finalmente se presentaron en tablas, cuadros, o figuras.

$$\% \text{ de Remocion} = \frac{(\text{Turbiedad Inicial} - \text{Turbiedad Final})}{\text{Turbiedad Inicial}} \times 100 \dots\dots\dots \text{Formula 01}$$

Según el porcentaje de remoción se determinó la eficiencia del sistema según supere o no el 90% del porcentaje de remoción.

Finalmente se redactó el informe teniendo en cuenta los resultados, con la discusión y conclusión correspondiente para su presentación en el tiempo correspondiente según el estatuto interno de la universidad.

## **2. 6. Método de análisis de datos**

Gráficos Estadísticos en Excel

Análisis Descriptivos de SPSS

Prueba ANOVA

Coefficiente de correlación de Pearson

El análisis estadístico se realizó mediante la técnica de Análisis de Varianza (ANOVA) con lo que se determinó cuantitativamente la relación entre los parámetros de los experimentos y sus interacciones, además del error experimental sobre las variables de respuesta.

Como señala ARIAS (2006), el análisis ANOVA separa los efectos de cada factor a través la suma de cuadrados (SS) la cual dividida entre los grados de libertad correspondientes determina la media cuadrada (MS) de cada uno, es decir, la varianza asociada a cada factor respecto a la varianza residual, lo cual nos permite observar la significancia de los efectos. Además, indica que para determinar la significancia estadística respecto al efecto residual se debe demostrar que la razón  $CM_{\text{efecto}}/CM_{\text{error}}$  (F-Ratio) es demasiado elevada para ser una F de Fisher con los grados de libertad correspondientes, relacionado al estadístico denominado P-value asociado. Entre menor sea este Valor-P a 0.05 más fuerte será la evidencia de un efecto significativo del efecto de los factores asociados.

## **2.7. Aspectos éticos**

El actual informe es inédito por cuanto fue elaborado por el propio autor; siguiendo firmemente la guía de la Universidad César Vallejo, además la información presentada en los trabajos previos, teorías relacionadas al tema y el marco metodológico; se respetó los derechos de autores nacionales como internacionales, cada uno con su respectivo contenido, considerando los derechos de uso. Se respetó los criterios éticos en la veracidad, autenticidad y originalidad. OMPI, (2015) recomienda que se debe citar correctamente la documentación que se ha utilizado para que todos los lectores sepan quién es su autor y puedan localizar su investigación si les interesa. Se adecuó a la normativa internacional Organization for Standardization (ISO – 690) para elaborar de la estructura del desarrollo de tesis.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Características fisicoquímicas del agua residual domestica a tratar.

**Tabla 4**

*Datos fisicoquímicos del agua residual doméstica en estudio*

Parámetros	Unidad	LMP	ECA	Valores
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm		2500-5000	1084
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg DBO/L	100		206
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	150		210
Turbiedad	NTU		100**	63.8
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5		6.90
Temperatura	C°	< 35		20.7

*Fuente:* Datos comparativos de los resultados de laboratorio (EQUAS S.A.C.)

*Nota:* \*\*: Estándares de Calidad Ambiental para Agua: Categoría 1, Subcategoría B.

#### **Interpretación**

En la tabla N° 4 se muestra un valor elevado de la Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO), el cual alcanza un resultado de 206 mg DBO/L, que según el D. S. N° 003 – 2010 - MINAM, excede los Límites Máximos Permisibles; esto estaría estrechamente relacionado debido a la alta concentración de materia orgánica que alteraría el equilibrio del cuerpo receptor destruyendo ciertos grupos de las comunidades acuáticas que necesitan el oxígeno para vivir y promoviendo la propagación de otros grupos posiblemente indicadores de contaminación.

Así mismo, se puede evidenciar que los Solidos Suspendidos Totales (SST) también superaría los Límites Máximos Permisibles, alcanzando un valor de 210 mg/L; que según la referencia consultada, considera que, el incremento de este provocaría una mayor turbiedad, lo cual impediría la penetración de la luz solar, alterando a su vez el proceso de autodepuración (fotooxidación).

Es importante indicar que, la turbiedad no es un parámetro a considerar según los LMP para aguas residuales domésticas, sin embargo, se está considerando debido a que al ser vertido al cuerpo receptor podría alterar la naturaleza de este último. Según los Estándares

de Calidad Ambiental para Agua (ECA), en la categoría 1 y su subcategoría B no superaría los valores establecidos; pero es un caso a considerar ya que según las últimas tendencias del aprovechamiento del agua en nuestra región como es el riego tecnificado como (goteo y aspersión) conllevaría a graves problemas por el taponamiento de los sistemas difusores. La referencia consultada indica que, una alta turbiedad, facilita la absorción del calor solar, volviéndolo más caliente, y reduciendo la concentración de oxígeno que impide su autodepuración. Las partículas en suspensión dispersan la luz, disminuyen la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar más la concentración de oxígeno.

### 3.2. Porcentaje de remoción de la Turbiedad mediante los métodos de la coagulación química y la electrocoagulación.

**Tabla 5**

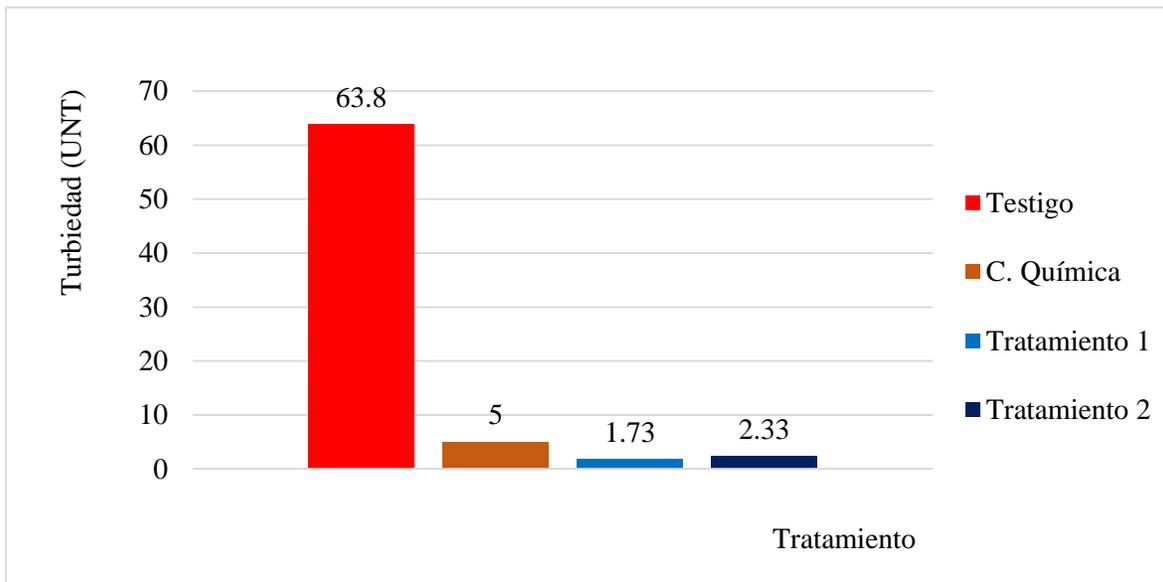
*Remoción (%) de la turbiedad mediante coag. química y electrocoagulación*

<b>Tratamiento</b>	<b>C. inicial</b>	<b>C. final</b>	<b>Remoción (%)</b>
C. química	63.8	5	92
Tratamiento 1	63.8	1.73	97
Tratamiento 2	63.8	2.33	96

**Fuente:** Datos comparativos de los resultados de laboratorio (EQUAS S.A.C.)

**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.



**Figura 1.** *Turbiedad en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.*

**Fuente:** Datos comparativos de los resultados (Lab. EQUAS S.A.C.)

**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.

### Interpretación

En la figura 1, se presenta el valor correspondiente de la Turbiedad (NTU) de los tratamientos comparativos de coagulación química que fueron evaluados como alternativa de tratamiento primario del agua residual doméstica en condiciones de la amazonia peruana. En el agua bruta (sin tratamiento) se determinó 63.8 NTU, que según TRUJILLO, (2014) se debe a la gran cantidad de materia orgánica, inorgánica y partículas suspendidas, además podemos apreciar que empleando el proceso de coagulación química con 12.8 gramos de sulfato de aluminio, con un trabajo de test de jarras de (350 rpm x 1-2 min), floculación (30 – 40 rpm x 15 min) y sedimentación (15 min – 2 horas) la turbiedad se redujo a 5 NTU, representando un 92% de remoción y empleando el método físico 1-2 (Electrocoagulación) aplicando 24 V=5 A durante 20 minutos y 12 V=3 A durante 10 minutos, se obtuvo una reducción de la turbiedad hasta un valor de 1.73 y 2.33, representando un porcentaje de remoción de 97 y 96% respectivamente.

### 3.3. Turbiedad inicial y final del agua residual domestica

**Tabla 6**

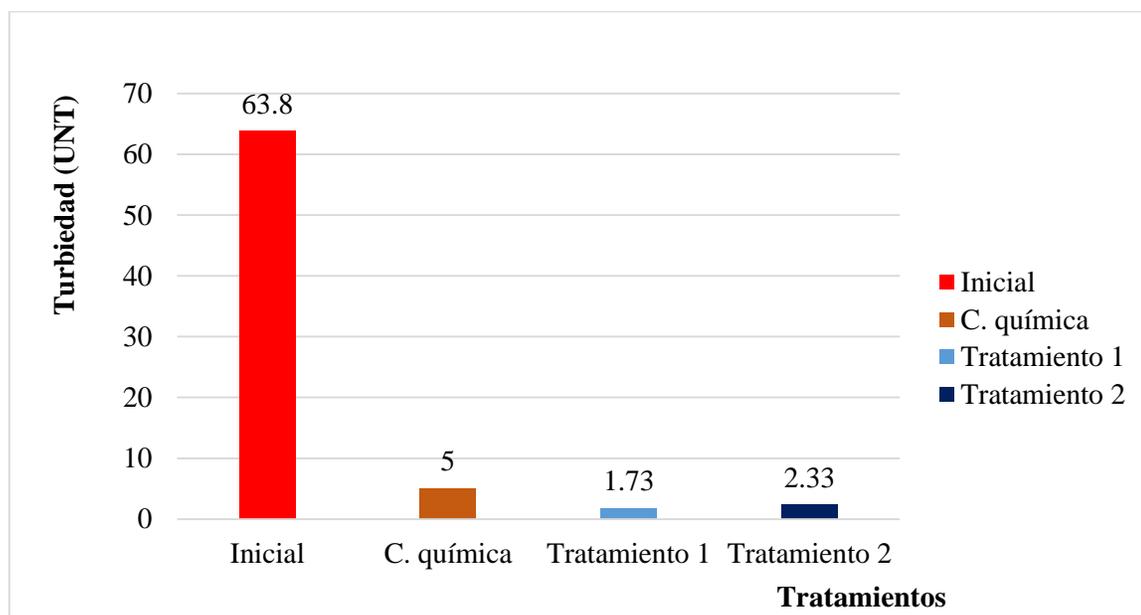
*Turbiedad inicial y final del agua residual domestica*

Tratamiento	C. inicial	C. final
C. química	63.8	5
Tratamiento 1	63.8	1.73
Tratamiento 2	63.8	2.33

**Fuente:** Datos comparativos de los resultados de laboratorio (EQUAS S.A.C.)

**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.



**Figura 2.** *Turbiedad inicial y final del agua residual doméstica.*

**Fuente:** Datos comparativos de los resultados (Lab. EQUAS S.A.C.)

**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.

### Interpretación

En la figura 2 se presenta los valores comparativos de la turbiedad inicial y la final del agua residual domestica de la ciudad de Tarapoto; del cual se evidencia como valor inicial para este parámetro 63.8 UNT, que al ser sometida al tratamiento químico con sulfato de aluminio (coagulación química) se logró obtener 5 NTU, y mediante tratamiento físico 1 y 2 (electrocoagulación) se alcanzó valores de 1.73 y 2.33 de UNT respectivamente.

3.4.Eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad. (Objetivo general)

**Tabla 7**

*Análisis de varianza de la variable turbiedad de los tratamientos comparativos físico I (24 V x 20 min.) y químico.*

<b>Origen</b>	<b>Suma de cuadrados Tipo III</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo corregido	1,500 <sup>a</sup>	5	,300	86,164	,000
Intersección Turbiedad	13,500	1	13,500	545,080	,000
Valores	,856	1	,856	6,811	,35
Error	1,500	5	,300	.	.
Total	,000	0	.	.	.
Total, corregido	15,000	6			
	1,500	5			

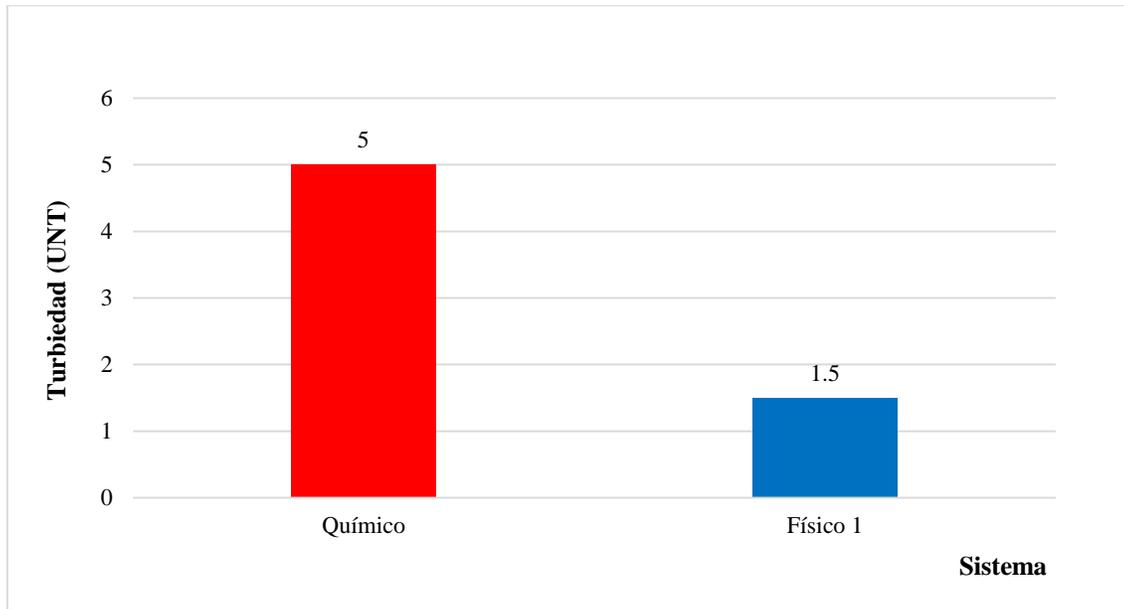
a.  $R^2 = 0.99$

*Fuente:* Elaboración propia, 2019.

**Interpretación**

El test de homogeneidad de varianzas de las poblaciones en estudio conformado por los 6 tratamientos, para los casos como son el tratamiento físico (24 V en un periodo de 20 min) arroja un p-valor de 0.519, lo cual indica que la variable turbiedad cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas. Con respecto al supuesto de normalidad, en todos los casos, obteniéndose un p-valor mayor de 0.05, lo que indica que la variable turbiedad presenta distribución normal; justificándose de esta manera realizar el análisis factorial de la varianza para la variable mencionada.

Posterior al test de homogeneidad se realizó el análisis de varianza para la variable turbiedad expresado en unidades, los resultados se presentan en la tabla 7, donde se muestra el modelo corregido presenta un p-valor de 0.000, lo cual indica que el modelo explica la parte significativa de la variación observada en turbiedad. Además, el valor de  $R^2$  indica que el efecto está explicando el 99,0 % de la varianza de la turbiedad para el tratamiento físico de 24 V por 20 minutos. Así mismo, la intersección presenta un p-valor de 0.000, lo que indica que la media total de la turbiedad es diferente de cero en el ensayo.



**Figura 3.** *Gráfico de perfil de la turbiedad, tratamiento químico y físico.*  
*Fuente:* Elaboración propia (2019).

### **Interpretación**

El efecto del tratamiento físico 1 es de 0.35, lo cual indica que existe diferencia significativa de la turbiedad. En el gráfico de perfil (Figura 3) del tipo de tratamiento se tiene como tratamiento óptimo al tratamiento físico con 24 V por 20 minutos en el que alcanza un valor mínimo de 1.5 UNT, mientras que en el tratamiento químico solo se alcanza un valor promedio de 5 UNT.

#### IV. DISCUSIÓN

Con el método de electrocoagulación empleando 24 V en 20 minutos se logró disminuir la demanda bioquímica de oxígeno de 206 a 29 mg/L, representando un valor porcentual del 14%. Con respecto a los Solidos Suspendidos Totales (SST) también supera los Límites Máximos Permisibles con un valor de 210 mg/. Este valor se redujo a 41 que representa un 19.5% de remoción de SST utilizando la coagulación química, los tratamientos físicos 1 y 2 lograron reducir hasta un valor de 37 equivalente a un 17.6% y 96 equivalente a un 47.7% respectivamente. Por otra parte, la concentración de la Turbiedad (UNT) en el agua residual fue de 63.8 UNT; que al ser tratada mediante el método de la coagulación química se removió un 92%; mediante el método de electrocoagulación en el tratamiento 1 empleando 24V x 20 min se removió en un 97% y en el tratamiento 2 usando 12V x 10 min removió un 96%. Con respecto a la turbiedad inicial y final del agua residual dio como resultado inicial 63.8 UNT, esta agua al ser tratada por el método de coagulación química dio como resultado final 5 UNT. Por otro lado con el método de electrocoagulación dio como resultado final 1.73 UNT. El análisis de varianza para la variable turbiedad expresado en unidades, el modelo corregido presenta un p-valor de 0.000, lo cual indica que el modelo explica la parte significativa de la variación observada en turbiedad. Además, el valor de  $R^2$  indica que el efecto está explicando el 99,0 % de la varianza de la turbiedad para el tratamiento físico de 24 V por 20 minutos. Así mismo, la intersección presenta un p-valor de 0.000, lo que indica que la media total de la turbiedad es diferente de cero en el ensayo. Además, El efecto del tratamiento físico 1 es de 0.35, lo cual indica que existe diferencia significativa de la turbiedad. El tipo de tratamiento se tiene como óptimo al tratamiento físico con 24 V por 20 minutos en el que alcanza un valor mínimo de 1.5 UNT, mientras que en el tratamiento químico solo se alcanza un valor promedio de 5 UNT.

La concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en el agua residual domestica fue de 206 mg/L; que según los valores establecidos en Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua residual domestica establecidos según el D. S. 003.2010. MINAM, considera como valor referencial 100 mg/L; de lo cual se podría interpretar que, el agua residual vertida a un cuerpo receptor supera los valores referenciales. La DBO se

refiere a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar bioquímicamente a la materia orgánica presente en el agua residual; según BAIRD, EATON y RICE (2017), menciona que a mayores valores de la DBO, mayor será la concentración de la materia orgánica y que si esta se vierte a cuerpos lenticos como lagunas y lagos podrían generar problemas de eutrofización.

Existen algunos resultados similares a este trabajo de investigación, como de HERNANDEZ y MEJIA (2019), empleando el mismo método de electrocoagulación a 12.6 V en 30 minutos removieron hasta un 90% de DBO. También este mismo método fue empleado por PEREZ (2018) quien logro disminuir un 92% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno; CARHUANCHO y SALAZAR (2015) obtuvieron resultados de un 58.24%. Con respecto a los Sólidos Suspendidos Totales (SST), ROBLES y LÓPEZ (2017), usando el método físico (electrocoagulación) bajo condiciones similares lograron reducir un 54% de SST. Sin embargo, CORONEL y VILA (2013), obtuvieron resultados alentadores de remoción de los SST en un 88.62%. Usando el mismo principio PEREZ (2018), logro disminuir este parámetro un 95%.

En lo que se refiere a la concentración de la Turbiedad (UNT), según CARHUANCHO (2015) en su investigación afirma que el agua residual al ser tratada mediante la electrocoagulación en condiciones similares a nuestra investigación; logro remover un 96.48% de la turbiedad. YAGUANA y ALMEIDA (2015), sometieron a su sistema 24V x 30 min y obtuvieron resultados alentadores de reducción de la turbiedad con un valor de remoción del 99%. ROBLES y LÓPEZ (2017), usando el mismo método tuvo un éxito del 95% remoción de la turbiedad, asimismo, AGUILAR y BAZAN (2018), bajo el mismo principio empleando 4 amperio de corriente durante 60 minutos redujo la turbiedad 81%. Para BARBOZA (2011), con 12 A x 25 minutos, obtuvo resultados de un 94.65 %. Los investigadores CORONEL y VILA (2013), a condiciones de 32 A durante 20 minutos, lograron disminuir hasta un 92.94% de la turbiedad. Seguidamente VERA (2016) bajo el mismo método removió un 81.18% de turbiedad

Con respecto a la turbiedad inicial y final del agua residual, AGUILAR (2015) en su investigación mediante la electrocoagulación analizó el agua residual doméstica el cual le dio como resultado inicial 1919 UNT, al ser tratada mediante el reactor de electrocoagulación dio como resultado final 17 UNT en un tiempo de 15 minutos, la eficiencia de este método fue de un 97%. CUEVA y HUAROC (2015). En su investigación tuvo como valor inicial de la Turbiedad 914 UNT, luego al tratar esta agua mediante la electrocoagulación obtuvo como resultado final 9.7 UNT.

Con los resultados propios y de otros autores se puede decir que el método de la electrocoagulación es un método eficaz si se trata de reducir el nivel de concentración de la Turbiedad en el agua residual doméstica.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1. El sistema de tratamiento físico mediante la utilización de una intensidad de corriente de 24 V y un tiempo de 20 minutos presentó mayor eficiencia que el sistema de coagulación química; lo que permite aceptar la hipótesis alterna (H1) y rechazar la hipótesis nula (H0).
- 5.2. Se determinó las características fisicoquímicas del agua residual domestica a tratar dando como resultado 1084  $\mu\text{mhos/cm}$  en conductividad eléctrica, 206 mg DBO/L en demanda bioquímica de oxígeno, 210 mg/L en solidos suspendidos totales, 63.8 UNT de turbiedad, 6.90 unidades de pH, y 20.7 C° de temperatura.
- 5.3. Se determinó el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de electrocoagulación para el tratamiento de agua residual domestica dándonos como resultado un porcentaje de 97%
- 5.4. Se determinó porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de coagulación química para el tratamiento de agua residual domestica dándonos como resultado un porcentaje 92%
- 5.5. Se determinó la turbiedad inicial y final del agua residual domestica teniendo como resultado 63.8 UNT inicial y luego del proceso se electrocoagulación se obtuvo una turbiedad final de 1.73 UNT mientras que la coagulación química nos dio como turbiedad final 5 UNT.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1. A los futuros investigadores usar estabilizadores de corriente, para evitar cambios bruscos de intensidad en el proceso de evaluación.
- 6.2. A los futuros investigadores realizar procesos de escalamiento para determinar criterios geométricos del sistema y que permita optimizar dicho proceso.
- 6.3. A los futuros investigadores experimentar bajo otras condiciones u otros escenarios con lo cual se obtenga una base experimental para investigaciones y aplicaciones del método en el futuro.
- 6.4. A los investigadores combinar técnicas o potenciarlas con tecnologías alternativas tanto químicas como mecánicas, físicas, etc; todo ello con el fin de usar menos este coagulante típico y empezar a reemplazarlo.

## REFERENCIAS

ARANGO, Álvaro. *Tratamiento de aguas residuales mediante electrocoagulación:*

*Desarrollo y Potencial de Aplicación.* Vol. 3, N° 1. 30 de Mayo de 2014. [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. ISSN: 2256-3903.

Disponiblen en:

<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/jet/article/view/1132/978>

AGUILAR, Juan y BAZAN, Junior. *Efecto de la intensidad eléctrica y el tiempo en la disminución de la materia orgánica y turbidez en la electrocoagulación de las aguas residuales de la ciudad universitaria UNT.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. 2018. 67p.

Disponible en:

[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11450/AguilarVillanueva\\_J%20-%20BazanMoya\\_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11450/AguilarVillanueva_J%20-%20BazanMoya_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

AGUILAR, Edwar. *Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua.* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 2015. 89p.

Disponible en:

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4303/Aguilar\\_ae.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4303/Aguilar_ae.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

ARANGO, Álvaro. *Effects of the pH and the conductivity on the electrocoagulation of waste water from dairy industries.* Enero-Junio 2012, Vol. 7, n.º 3. [Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2019]. ISSN: 1909-0455

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n1/v7n1a06.pdf>

ANA, (marzo, 2013). *Situación actual y perspectivas en el Sector Agua y Saneamiento en el Perú. Trabajo presentado en el Seminario de Tecnología alemana en el*

*rubro de Agua y Saneamiento*. Lima: Autoridad Nacional del Agua. Recuperado de: [http:// www.camara-alemana.org.pe/downloads/2-130311-ANA.pdf](http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/2-130311-ANA.pdf).

BARBOZA, Inés. *Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totorá – Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. 2011. 131p.

Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/338/1/barboza\\_pg.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/338/1/barboza_pg.pdf).

CONAGUA. *Agua en el Mundo. México: Estadística del agua en México, 2011* [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019].

Capítulo 8: Estadística del agua en México.

Disponible en:

[http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/sina/capitulo\\_8.pdf](http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/sina/capitulo_8.pdf)

CORONEL, Kateri y VILA, Gerson. *Remoción de contaminantes de las aguas residuales urbanas del colector parra del riego por el método de electrocoagulación mediante paneles fotovoltaicos, a nivel de laboratorio*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del centro del Perú. Perú. 2013. 135p.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1488/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARHUANCHO, Hans y SALAZAR, Jorge. *Estudio del efecto de la electrocoagulación en el tratamiento de aguas residuales a nivel de laboratorio en la planta de tratamiento de aguas residuales covicorti en la ciudad de Trujillo – La libertad*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 2015. 98p.

Disponible en:

[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3590/CarhuanchoAlcantara\\_H%20-%20SalazarEscobar\\_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3590/CarhuanchoAlcantara_H%20-%20SalazarEscobar_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

JIMÉNES, Karla. *Reducción de DBO por tratamientos físico-químicos de coagulación-floculación y electrocoagulación en aguas residuales*. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas. Ecuador. 2018. 101p.

Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9284/1/UDLA-EC-TIAM-2018-20.pdf>

HERNANDEZ, Johan y MEJIA, Stephany. *Evaluación del sistema de electrocoagulación para disminuir la carga contaminante a escala de laboratorio*. (Tesis de pregrado). Fundación Universidad de América. Colombia. 2019. 123p.

Disponible en:

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7384/1/6122858-2019-1-IQ.pdf>

MENDOZA, Ana y SÁNCHEZ, Allison. *Remoción de sulfuros y turbidez en los efluentes de pelambre de curtiduría, mediante electrocoagulación*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 2019. 89p.

Disponible en:

[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11555/MendozaBurgos\\_A%20-%20SanchezGuzman\\_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11555/MendozaBurgos_A%20-%20SanchezGuzman_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MINAM. *Agua y Alimento*. Lima: Gráfica39, 2016 [Fecha de consulta: 7 de Mayo de 2019].

Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>

MOSCOSO, (2011) *Estudio de Opciones de Tratamiento y Reúso De Aguas Residuales En Lima Metropolitana*, Lima Water, University of Stuttgart.

OEFA: *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Abril del 2014. Disponible en: [www.oefa.gob.pe](http://www.oefa.gob.pe).

PEROZO, Jesús y ABREU, Rebeca. *Evaluation of electrocoagulation in drinking water treatment*. 16 de Abril de 2017, V 16, N° 1. [Fecha de consulta: 7 de Mayo de 2019]. ISSN: 1666-7948.  
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86351157005>.

PEREZ, Lissef. *Uso de la electrocoagulación para reducir la carga de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales Ajeper - Huachipa 2017 II*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú. 2018. 85p.  
Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20565/Perez\\_BLS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20565/Perez_BLS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PILAY, Luis. *Diseño, construcción y caracterización de un reactor de electrocoagulación tipo BATCH*. (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. 2018. 148p.  
Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19589>

ROBLES, Lindsay y LÓPEZ, Andrés. *Diseño de un prototipo para el tratamiento de aguas residuales domésticas, basados en electrocoagulación* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle. Colombia. 2017. 201p.  
Disponible en:  
[http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22388/40112009\\_2017.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22388/40112009_2017.pdf?sequence=1)

ROJAS, Miguel. *Reducción de la DQO del agua del río Lacramarca mediante el proceso de electrocoagulación, Chimbote – 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Perú. 2017. 64p.

Disponible en:

[http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/22506/rojas\\_mm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/22506/rojas_mm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SANDOVAL, Ana. Antibacterial effect of the hydroalcoholic extract of *Mauritia flexuosa* leaves on gram-negative and gram-positive bacteria. *Revista F1000 Research*. 2019, 8(1487)

<https://doi.org/10.12688/f1000research.19151.1>

SANDOVAL, Ana. Toxicity of the hydroalcoholic extracts of fruit leaves from the Peruvian Amazon in *Artemia salina*. *Revista F1000 Research*. 2019, 8(1016)

<https://doi.org/10.12688/f1000research.18997.1>

SUNASS (2008). Estudio Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución. Lima: SUNASS.

Recuperado

de:

[http://www.proagua.org.pe/files/de62b65581b727d66847f48aa52fbbfd/Libro\\_PTAR.pdf](http://www.proagua.org.pe/files/de62b65581b727d66847f48aa52fbbfd/Libro_PTAR.pdf)

VERA, José. *Comparación de la coagulación química y la electrocoagulación en la eficiencia de remoción de turbidez de agua del río Rímac, 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú. 2016. 63p.

Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23928/Vera\\_RJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23928/Vera_RJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

WWAP. *Estado del Agua en America Latina y el Caribe* : Ántropos Ltda., 2016 [Fecha de consulta: 7 de Mayo de 2019]. ISBN: 978-958-58470-8-8

Disponible en: [www.atalc.org](http://www.atalc.org)

WWAP. *The United Nations world water development report 2016: Water and Jobs.*

Paris: UNESCO CLD, 2016 [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. ISBN: 978-92-3-100146-8.

Disponible en:

[https://www.womenforwater.org/uploads/7/7/5/1/77516286/wwdr\\_2016\\_report\\_-\\_water\\_and\\_jobs.pdf](https://www.womenforwater.org/uploads/7/7/5/1/77516286/wwdr_2016_report_-_water_and_jobs.pdf)

WWAP. *The United Nations world water development report 2019: Leaving No One*

*Behind.* Paris: UNESCO CLD, 2019. [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. ISBN: 978-92-3-100309-7.

Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>

YAGUANA, Nancy y ALMEIDA, Juan. *Diseño y construcción de un reactor prototipo a nivel de laboratorio utilizado para el tratamiento de aguas residuales mediante electrocoagulación.* (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador. 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11424/T-ESPE-049132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# **Anexos**

## Matriz de consistencia

<b>“Determinación de la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019”</b>																
<b>Problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables, Dimensiones y unidad de medida</b>		<b>Marco Metodológico</b>											
<p style="text-align: center;"><b><u>Problema General</u></b></p> <p>¿Cuál será la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad de agua residual domestica?</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Problemas Específicas</u></b></p> <p>¿Cuáles son las características fisicoquímicas del agua residual doméstica a tratar?</p> <p>¿Cuál será el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de electrocoagulación para el tratamiento del agua residual doméstica?</p> <p>¿Cuál será el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de coagulación química para el tratamiento del agua residual doméstica?</p> <p>¿Cuál será la turbiedad inicial y final del agua residual domestica?</p>	<p style="text-align: center;"><b><u>Objetivo General</u></b></p> <p>Determinar la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019.</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p> <p>Determinar las características fisicoquímicas del agua residual doméstica a tratar.</p> <p>Determinar el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de electrocoagulación para el tratamiento del agua residual doméstica.</p> <p>Determinar el porcentaje de remoción de la turbiedad mediante el método de coagulación química para el tratamiento del agua residual doméstica.</p> <p>Determinar la turbiedad inicial y final del agua residual doméstica.</p>	<p style="text-align: center;"><b><u>Hipótesis Nula</u></b></p> <p><b>H<sub>0</sub>:</b> El método de electrocoagulación será menos eficiente con respecto a la coagulación química en la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica.</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Hipótesis Alternativa</u></b></p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> El método de electrocoagulación será más eficiente con respecto a la coagulación química en la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;"><b>Variable Independiente</b></th> <th style="width: 20%; padding: 5px;"><b>Dimensiones</b></th> <th style="width: 20%; padding: 5px;"><b>Unidad de medida</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Eficiencia entre los Métodos</td> <td style="text-align: center;">Intensidad de corriente eléctrica</td> <td style="text-align: center;">mA/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Tiempo</td> <td style="text-align: center;">Minutos</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Dosis de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></td> <td style="text-align: center;">mg/L</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidad de medida</b>	Eficiencia entre los Métodos	Intensidad de corriente eléctrica	mA/m <sup>2</sup>		Tiempo	Minutos		Dosis de Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	mg/L	<p style="text-align: center;"><b><u>Tipo de estudio</u></b></p> <p style="text-align: center;">Experimental</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Población</u></b></p> <p style="text-align: center;">El agua residual doméstica de la ciudad de Tarapoto es de 487.04 L/s</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Muestra</u></b></p> <p style="text-align: center;">19.25 Litros de agua residual domestica</p>
<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidad de medida</b>														
Eficiencia entre los Métodos	Intensidad de corriente eléctrica	mA/m <sup>2</sup>														
	Tiempo	Minutos														
	Dosis de Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	mg/L														
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;"><b>Variable Dependiente</b></th> <th style="width: 20%; padding: 5px;"><b>Dimensiones</b></th> <th style="width: 20%; padding: 5px;"><b>Unidad de medida</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Remoción de la Turbiedad</td> <td style="text-align: center;">Turbiedad</td> <td style="text-align: center;">UNT</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidad de medida</b>	Remoción de la Turbiedad	Turbiedad	UNT							
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidad de medida</b>														
Remoción de la Turbiedad	Turbiedad	UNT														

**Fuente:** Elaboración propia, 2019

## Instrumentos de recolección de datos

### Guía de observación para la evaluación del proceso de la coagulación química

N° Ensayos	Hora	Fecha	Repetición	Dosis (mg/L)	Tiempo (Min)	Turbiedad Inicial (UNT)	Turbiedad Final (UNT)	Eficiencia (%)
1								
2								
3								

**Fuente:** Elaboración propia, 2019

OBSERVACIONES:

.....  
.....  
.....  
.....

..... de ..... del 2019

## Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: M.Sc. Karina Milagros Ardoñez Ruiz  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Ingeniera Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Guía para la Evaluación del Proceso de la Coagulación Química  
 Autor (s) del instrumento (s) : Hens Leo Díaz - Lenin Junior del Aguila del Castillo

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Tarapoto, 04 de Octubre de 2019



M.Sc. Karina M. Ardoñez Ruiz  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP. N° 108582

Sello personal y firma



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Docente Metodológica  
 Instrumento de evaluación : Guía para la evaluación del proceso de Cog. Químico  
 Autor (s) del instrumento (s) : Hens Leo Díaz - Jemini Juniors Del Ayuda Del Castillo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				48		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

el instrumento cumple con los criterios metodológicos para ser aplicado y obtener información

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Tarapoto, 18 de Septiembre de 2019

  
 Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara  
 DOCENTE  
 CBP: 8311



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: M.S.C. Karla Mendoza López  
 Institución donde labora: Universidad César Vallejo  
 Especialidad: Ingeniería Ambiental  
 Instrumento de evaluación: Guía para la evaluación del proceso de coagulación química  
 Autor (s) del instrumento (s): Hens Lao Diaz - Lenin Junior Del Aguila Del Castillo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					48	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Tarapoto, 05 de Noviembre de 2019



Sello personal y firma

### Guía de observación para la evaluación del proceso de electrocoagulación

N° de Ensayos	Hora	Fecha	Repetición	Electrodo	N° de Electrodos	Tiempo (min)	Densidad de Corriente (mA/m <sup>2</sup> )	Turbiedad Inicial (UNT)	Turbiedad Inicial (UNT)	Eficiencia (%)
1										
2										
3										

**Fuente:** Elaboración propia, 2019

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....de ..... del 2019

## Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: M.Sc. Karina Milagros Ordoñez Ruiz  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Ingeniera Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Guía para la evaluación del proceso de electrocoagulación  
 Autor (s) del instrumento (s) : Hers (ao) Díaz - Lenin Tumor del Aguila del Castillo

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Tarapoto, 19 de Setiembre de 2019



Sello personal y firma



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara  
 Institución donde labora: César Vallejo  
 Especialidad: Docente Metodóloga  
 Instrumento de evaluación: Guía para la evaluación del proceso de electrocoagulación.  
 Autor (s) del instrumento (s): Hens Jao Diaz - Jenin Junión Del Aguila Del Castillo

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad.</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad.</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					48	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

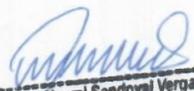
## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido y cumple con los requisitos metodológicos para ser aplicado.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Tarapoto, 18 de septiembre de 2019

  
 Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara  
 Sello personal y firma  
 CBP: 8311



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: M.S.C. Karla Mendoza López  
 Institución donde labora: Universidad César Vallejo  
 Especialidad: Ingeniería Ambiental  
 Instrumento de evaluación: Guía para la evaluación del proceso de electrocoagulación  
 Autor (s) del instrumento (s): Mens Lao Diaz - Lenin Junior Del Aguila Del Castillo

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: <b>Eficiencia entre los métodos y Remoción de la Turbiedad</b> .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Tarapoto, 05 de Noviembre de 2019

  
 Karla Mendoza López  
 ING. AMBIENTAL  
 CIP. 122149  
 Sello personal y firma

Certificación en la norma ISO 9001:2015 del laboratorio de análisis de agua

**BUREAU VERITAS**  
Certification



**INACAL**

DA - Perú  
Certificación de  
Sistemas de Gestión  
Acreditado

Registro N° OCSG - 006

**ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL  
SERVICE S.A (EQUAS S.A.)**

Contracting Entity: Manzana I Lote - N° 74, Urbanización Naranjito - Puente Piedra,  
Lima - Perú.

*Bureau Veritas Certification certify that the Management System of the  
above organisation has been audited and found to be in accordance with  
the requirements of the management system standards detailed below*

**ISO 9001:2015**

*Scope of certification*

SERVICIOS DE LABORATORIO (ANÁLISIS QUÍMICO PARA MUESTRAS AMBIENTALES DE AGUA,  
AIRE, SUELO Y MICROBIOLÓGICOS). MONITOREO, ESTUDIOS Y PROYECTOS AMBIENTALES  
(ALCANCE TÉCNICO PARA LAS ACTIVIDADES DE MONITOREO DE AGUAS Y AIRE).  
CONSULTORIA AMBIENTAL (ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL).

\*Exclusión Permitida: 8.3 Diseño y desarrollo de productos y servicios

LABORATORY SERVICES (CHEMICAL ANALYSIS FOR ENVIRONMENTAL SAMPLES OF WATER,  
AIR, SOIL AND MICROBIOLOGICAL). MONITORING, STUDIES AND ENVIRONMENTAL PROJECTS  
(TECHNICAL SCOPE FOR WATER AND AIR MONITORING ACTIVITIES). ENVIRONMENTAL  
CONSULTING (PREPARATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT DOCUMENTS).

\*Permitted Exclusion: 8.3 Design and development of products and services

Original cycle start date:	<b>16-October-2015</b>
Expiry date of previous cycle:	<b>N.A.</b>
Recertification Audit date:	<b>N.A.</b>
Recertification cycle start date:	<b>14-September-2018</b>

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System,  
this certificate expires on: 13-September-2021

Certificate No. **PE18.0034-I** Version: **No.00** Revision date: **14-September-2018**

Local office: *Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 390 - Torre Central del Centro  
Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.*

Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of the management  
system requirements may be obtained by consulting the organisation.  
To check this certificate validity please call: **51-1-422 9000**

Certificate Template single site rev3.3

1 / 1

January 30, 2017



## Certificado de acreditación otorgado por el INACAL al laboratorio

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación a:

## **Environmental Quality Analytical Services S.A. – EQUAS S.A.**

**Laboratorio de Ensayo**

En su sede ubicada en: Panamericana Norte Km. 28.5, Mz. I, Lte 74, Urb. Naranjito, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima, departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 28 de octubre de 2018

Fecha de Vencimiento: 27 de octubre de 2022

**MARÍA DEL ROSARIO URÍA TORO**  
Directora (e), Dirección de Acreditación – INACAL

Cédula N° : 0935-2018-INACAL/DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación  
N° 043-2014/INDECOPI-SNA  
Registro N° : LE-030

Fecha de emisión: 24 de enero de 2019

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)*

DA-acr-01P-02M Ver 02

## Formato de campo

### FORMATO DE CAMPO

DEPARTAMENTO: SAN MARTÍN PROVINCIA: SAN MARTÍN  
 DISTRITO: TARAPOTO LOCALIDAD: TARAPOTO  
 MATRIZ: AGUA RESERVA DOMÉSTICA RESPONSABLES: HENS LEO DÍAZ Y LEANIN DEL AGUILA DEL CASTILLO

Punto de Monitoreo	Descripción origen/ubicación	Coordenadas <sup>1</sup>		Altura (msnm)	Fecha	Hora	pH	Cond. (µS/cm)	Temp. (°C)	Caudal (L/s)	Observaciones <sup>2</sup>
		Norte	Este								
P <sub>1</sub>	Vert. Alfonso Ugarte	9281618	0347137	243	06-11-19	11:00 AM	6.90	1054	20.7	283.09	-
P <sub>2</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	12:30 AM	6.4	912	20.6	-	-
P <sub>3</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	1:00 PM	7.09	640	20.2	-	-
P <sub>4</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	1:15 PM	7.25	652	20.1	-	-
P <sub>5</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	1:30 PM	7.15	640	20.4	-	-
P <sub>6</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	1:45 PM	8.24	680	20.3	-	-
P <sub>7</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	2:00 PM	8.1	673	19.6	-	-
P <sub>8</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	2:15 PM	8.55	679	20.3	-	-
P <sub>9</sub>	UCV-laboratorio	9231127	0358916	573	06-11-19	2:30 PM	6.91	1080	20.6	-	-

Fuente: Adaptado de la Autoridad Nacional del Agua, 2019

<sup>1</sup> Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS 84.

<sup>2</sup> Las observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.



## Certificado de calibración del multiparámetro utilizado



### CERTIFICADO DE CALIBRACION N° CAL-060619

<b>Cliente</b>	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.		
<b>Instrumento</b>	: MULTIPARAMETRO (En Parámetro de T°C)	<b>Rango</b>	: 0.0 a 60 °C
<b>Marca</b>	: Hach	<b>Resolución</b>	: 0.1° C
<b>Modelo</b>	: HQ 400		
<b>Serie</b>	: 151200019981		
<b>Serie del Electrodo</b>	: 150582567002		
<b>Código Interno</b>	: BH-0PE-01		
<b>Condición</b>	: Nuevo		

<b>Lugar de Calibración</b>	: ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L.		
<b>Fecha de Calibración</b>	: 06 de Junio del 2019		
<b>Próxima Calibración</b>	: 06 de Junio del 2020		

<b>Condiciones Ambientales</b>			
<b>Temperatura:</b> 24.9-25.2 °C	<b>Humedad relativa:</b> 67-68%	<b>Presión:</b> 999-1003 mbar	

**Procedimientos Utilizados**  
La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento de manual del usuario DOC022.92.80023 para la calibración de Temperatura

<b>Patrones Utilizados:</b>			
Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Termo higrómetro	Control/ HTC-2	EL-LAB-62	30-05-20
Termómetro Digital	Control/4007	150191344	31-05-20
Barómetro	Control/1204NE5	140634663	19-09-19

**Resultados**

Termómetro	Corrección	TCV	Incertidumbre
10.0	0.00	10.0	0.02
25.0	0.00	25.0	0.02
35.0	0.00	35.0	0.02
Temperatura Convencionalmente Verdadera(TCV)=Indicación del Termómetro +corrección			



**Incertidumbre**  
La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente 95 % con un factor de cobertura K= 2

**Observaciones**  
-Los resultados del presente documento, son validos únicamente para el objeto calibrado y se refiere al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en funcional al uso, conservación y mantenimiento del Instrumento de medición.  
-Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de Ajuste.  
-Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva.  
(\* )Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

**Realizado por:** **Fecha:** 06/06/2019  
Eduardo Miranda R.  
Jefe de Mantenimiento

Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos  
Mail: logistica@envirogrouptech.com / web: www.envirogrouptech.com / Cel: RPC: 961768828

## CERTIFICADO DE CALIBRACION N°CAL-060619

<b>Cliente</b>	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.		
<b>Instrumento</b>	: MULTIPARAMETRO (En Parámetro de ph)	<b>Alcance</b>	: 0,00 a 14,00
<b>Marca</b>	: Hach	<b>Resolución:</b>	0,001/0,01/0,1
<b>Modelo</b>	: HQ400		
<b>Serie</b>	: 151200019981		
<b>Serie del Electrodo</b>	: 150582567002		
<b>Código Interno</b>	: EM-0PE-01		
<b>Condición</b>	: Nuevo		
<b>Lugar de Calibración</b>	: ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L.		
<b>Fecha de Calibración</b>	: 06 de Junio del 2019		
<b>Próxima Calibración</b>	: 06 de Junio del 2020		

### Condiciones Ambientales

**Temperatura:** 24.9-25.2 °C      **Humedad relativa:** 67-68%      **Presión:** 999-1003 mbar

### Procedimientos Utilizados

La calibración se ha realizado siguiendo el PV-005 PROCEDIMIENTO PARA LA para la calibración de PH

### Patrones Utilizados:

Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Termo higrómetro	Control/ HTC-2	EL-LAB-62	30-05-20
Termómetro Digital	Control/4007	150191344	31-05-20
Barómetro	Control/1204N55	140634663	19-09-19
Buffer de ph 4.01	Hanna/NA	8132	Oct-19
Buffer de ph 7.01	Hanna/NA	8458	Ene-20
Buffer de ph 10.01	Hanna/NA	7896	Jul-2019

### Resultados

Referencia(pH)	Indicación(pH)	Corrección	Incertidumbre
4.01	4.01	0.0	0.02
7.01	7.01	0.0	0.02
10.01	10.01	0.0	0.02



### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

### Observaciones

-Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refiere al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en funcional al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.  
-Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva.

(\*Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

**Realizado por:**

  
Eduardo Miranda N.  
Jefe de Mantenimiento

**Fecha:** 06/06/2019

Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos

Mail: [logistica@envirogrouptech.com](mailto:logistica@envirogrouptech.com) / web: [www.envirogrouptech.com](http://www.envirogrouptech.com) / Cel: RPC: 961768828

## CERTIFICADO DE CALIBRACION N° CAL-060619

**Cliente** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.  


---

**Instrumento** : MULTIPARAMETRO (En Conductividad)      **Alcance** : 0 uS/cm a 19.99  
**Marca** : Hach      **Resolución**: 0,01 uS/cm, 0,1 uS/cm  
**Modelo** : HQ100  
**Serie** : 151200019981  
**Serie del Electrodo** : 150582567002  
**Código Interno** : EM-0PE-01  
**Condición** : Nuevo

**Lugar de Calibración** : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L.  
**Fecha de Calibración** : 06 de Junio del 2019  
**Próxima Calibración** : 06 de Junio del 2020

### Condiciones Ambientales

**Temperatura**: 24.9-25.2 °C      **Humedad relativa**: 67-69%      **Presión**: 999-1004 mbar

### Procedimientos Utilizados

La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento de manual del usuario DOC022-92.80022 para la calibración de Conductímetro.

### Patrones Utilizados:

Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Termo higrómetro	Control/ HTC-2	EL-LAB-62	30-05-20
Termómetro Digital	Control/4007	150191344	31-05-20
Barómetro	Control/1204NS5	140634663	19-09-19
Buffer C.E. 1413 uS/cm	Hanna/NA	7905	Jul-19
Buffer C.E. 12.88 mS/cm	Hanna/NA	6849	Oct-19



Referencia	Indicación	Corrección	Incertidumbre
1413 uS/cm	1414 uS/cm	-1 uS/cm	± 0.30 uS/cm
12.88 mS/cm	12.86 mS/cm	-0.02 mS/cm	± 0.05 mS/cm

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

### Observaciones

-Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refiere al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en funcional al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

-Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva

(\*Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

Realizado por:

  
 Eduardo Miranda A.  
 Jefe de Mantenimiento

**Fecha:** 06/06/2019

Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos

Mail: [logistica@envirogrouptech.com](mailto:logistica@envirogrouptech.com) / web: [www.envirogrouptech.com](http://www.envirogrouptech.com) / Cal: RPC: 961768828

**CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ZERO  
N° CAL-060619**

Mediante el presente documento se deja constancia que ENVIROGROUP S.R.L ha realizado la verificación de Zero del siguiente instrumento

**Ciente : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L**

Instrumento : MULTIPARAMETRO  
 Marca : Hach  
 Modelo : HQ40D  
 Serie : 151200019981  
 Serie del Electrodo : 132002592006  
 Código Interno : EM-OPE-01  
 Condición : Usado

**Soluciones de verificación empleada:**

- Solución de Sulfito de Oxígeno Disuelto HI 7040-2 Lote 8231 Exp. Oct-2019

**Metodología empleada:**

- Se realizó la Verificación siguiendo el método recomendado por el fabricante en el manual DOC022.92.80021 del equipo.

**Resultados:**

Luego del Mantenimiento preventivo del equipo se efectuó la verificación de acuerdo a:

Valor Referencia	Valor Leído
0.00 mg/L	0.03mg/L

Temperatura de la muestra: 25.0 °C  
 Valor de Oxígeno disuelto compensado por el equipo a 25°C

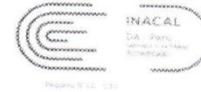
**FECHA DE VERIFICACIÓN:** 06 de Junio de 2019

Vigencia de Verificación: 1 año

Realizado por:

  
 Eduardo Miranda R.  
 Jefe de Mantenimiento





### INFORME DE ENSAYO N° A1875/19

Solicitante : HENS LAO DÍAZ Y LENIN JUNIOR DEL AGUILA DEL CASTILLO  
Dirección : Jr. Ricardo Palma S/N – Rumizapa – San Martín - Lamas.  
Rumizapa - Procedencia : TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN  
Matriz de la Muestra : Agua Residual Doméstica  
Fecha de Muestreo : 07/11/2019  
Responsable del Muestreo : HENS LAO DÍAZ Y LENIN JUNIOR DEL AGUILA DEL CASTILLO  
Fecha y Hora de Recepción : 08/11/2019 – 11:40 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo: 08 al 16 - Noviembre - 2019

Código Interno: L1875/19

PARÁMETROS	1875 - 1 <sup>(a)</sup>	1875 - 2 <sup>(a)</sup>	1875 - 3 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	P1 <sup>(b)</sup> (07:00 h)	P2 <sup>(b)</sup> (07:10 h)	P3 <sup>(b)</sup> (07:20 h)		
Conductividad Eléctrica	1 084,00	912,00	640	µmhos/cm	APHA 2510 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno	206	187	30	mg DBO/L	APHA 5210 B
Sólidos Suspendedos Totales	210	41	38	mg/L	APHA 2540 D
Turbidez	63,80	5	1,9	NTU	APHA 2130 B
pH	6,90	6,4	7,09	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B <sup>(***)(*)</sup>
Temperatura	20,7	20,6	20,2	C°	APHA 2550 B <sup>(***)(*)</sup>

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

Código Interno: L1875/19

PARÁMETROS	1875 - 4 <sup>(a)</sup>	1875 - 5 <sup>(a)</sup>	1875 - 6 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	P4 <sup>(b)</sup> (07:30 h)	P5 <sup>(b)</sup> (07:40 h)	P6 <sup>(b)</sup> (07:50 h)		
Conductividad Eléctrica	652	640	680	µmhos/cm	APHA 2510 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno	28	29	32	mg DBO/L	APHA 5210 B
Sólidos Suspendedos Totales	36	37	96	mg/L	APHA 2540 D
Turbidez	1,5	1,8	1,90	NTU	APHA 2130 B
pH	7,25	7,15	8,24	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B <sup>(***)(*)</sup>
Temperatura	20,1	20,4	20,3	C°	APHA 2550 B <sup>(***)(*)</sup>

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Fecha: 17/10/2019

Página 1 de 2



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
 Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
 POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
 ACREDITACION INACAL - DA CON  
 REGISTRO N° LE - 030



Código Interno: L1875/19

PARÁMETROS	1875 - 7 <sup>(a)</sup>	1875 - 8 <sup>(a)</sup>	1875 - 9 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	P7 <sup>(b)</sup> (08:00 h)	P8 <sup>(b)</sup> (08:10 h)	P9 <sup>(b)</sup> (08:20 h)		
Conductividad Eléctrica	673	679	1 080,00	µmhos/cm	APHA 2510 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno	31	36	212	mg DBO/L	APHA 5210 B
Sólidos Suspendedos Totales	101	92	65.2	mg/L	APHA 2540 D
Turbidez	2.4	2.7	64.2	NTU	APHA 2130 B
pH	8.1	8.55	6.91	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B <sup>(**)</sup> (*)
Temperatura	19,6	20,3	20,6	C°	APHA 2550 B <sup>(**)</sup> (*)

(<sup>a</sup>) Código de Laboratorio

(<sup>b</sup>) Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados han sido acreditados por el INACAL-DA

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- (\*\*\*)Cumplen con los requisitos de control de calidad.

Lima, 11 de Diciembre de 2 019.

**EQUAS S.A.**

*Ing. Eusebio Victor Córdar Evaristo*  
 Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

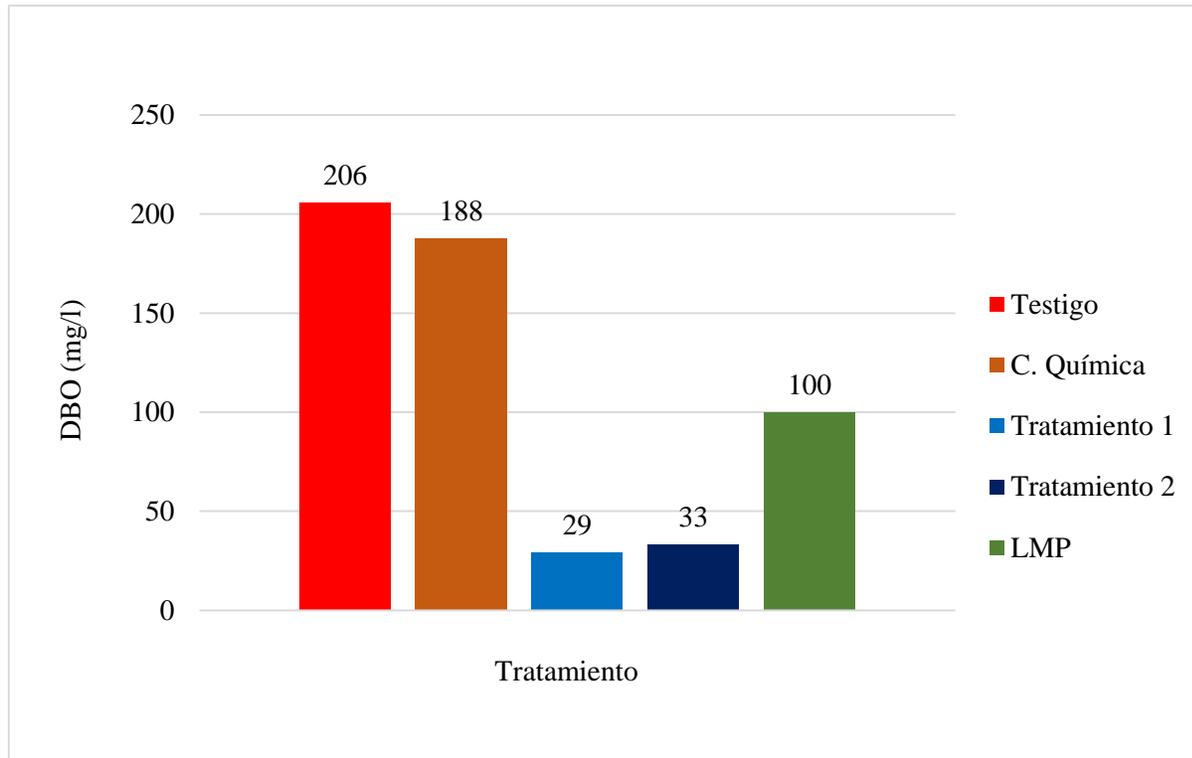
Código: F01-P.DIR.04  
 Revisión: 00

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
 Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Fecha: 17/12/2019

Página: 2 de 2

## Resultados de parámetros considerados en la investigación



**Figura 4.** Demanda Bioquímica de Oxígeno en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación

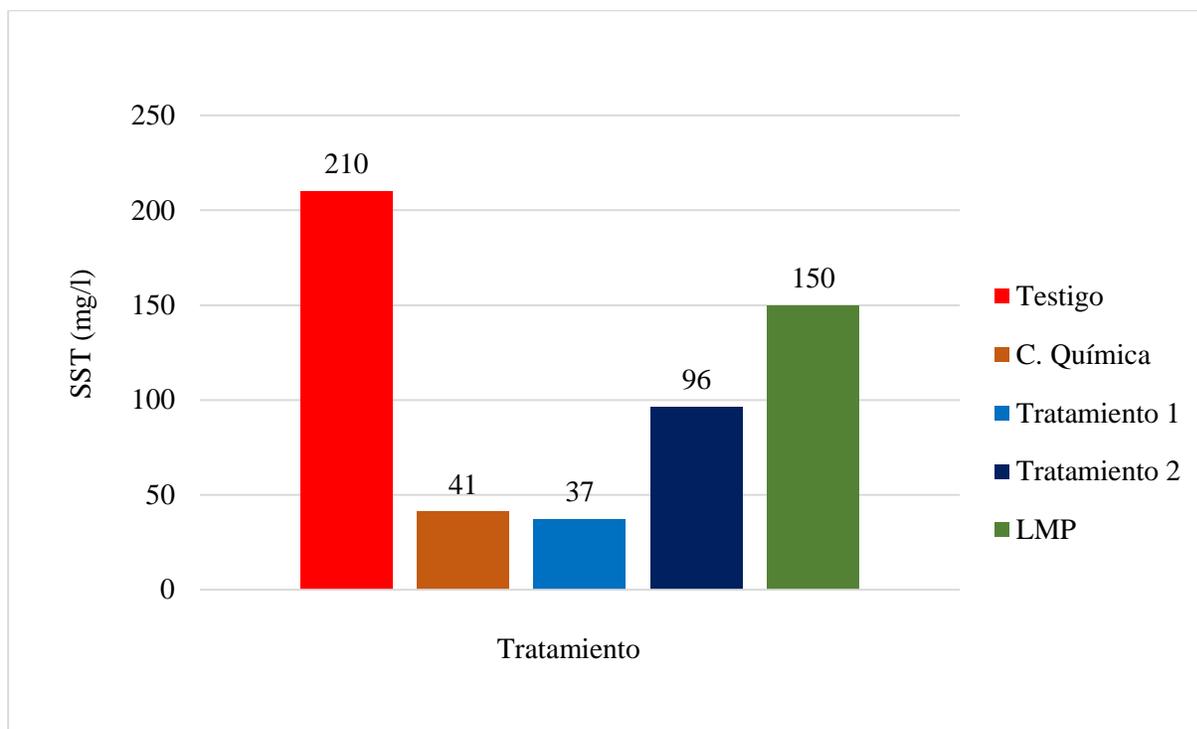
**Fuente:** Datos comparativos de los resultados (Lab. EQUAS S.A.C.)

**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.

### Interpretación

En la figura 4, se presenta los valores correspondientes a la demanda bioquímica de oxígeno (mg DBO/L) de los tratamientos comparativos de coagulación química que fueron evaluados como alternativa de tratamiento primario del agua residual doméstica en condiciones de la amazonia peruana. En el agua bruta (sin tratamiento) se determinó una concentración de 206 mg DBO/L, que según el D. S. N° 003 MINAM, excede con 106 mg DBO/L los LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas; debido a la alta concentración de materia orgánica.



**Figura 5.** *Sólidos suspendidos totales en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.*

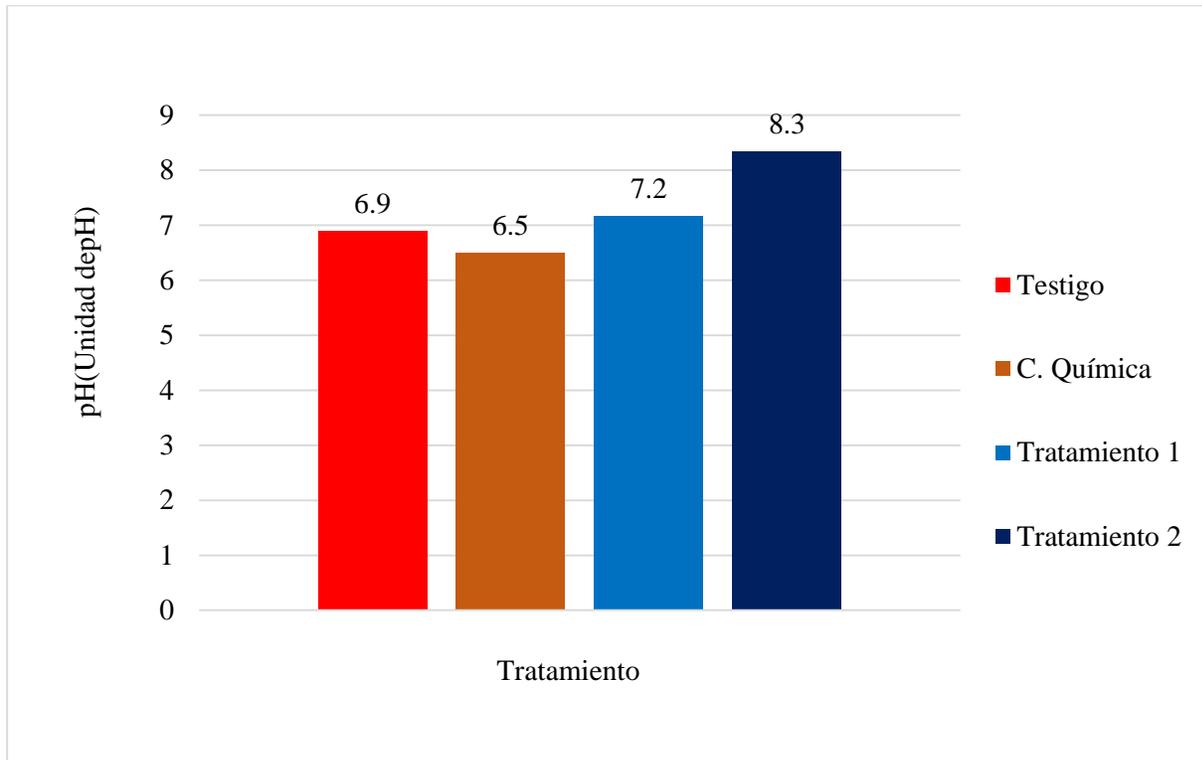
**Fuente:** Datos comparativos de los resultados (Lab. EQUAS S.A.C.)

**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.

## Interpretación

En la figura 5, se presenta los valores correspondientes a los Sólidos suspendidos totales (mg/L) de los tratamientos comparativos de coagulación química que fueron evaluados como alternativa de tratamiento primario del agua residual doméstica en condiciones de la amazonia peruana. En el agua bruta (sin tratamiento) se determinó una concentración de 210 mg/L, que según el D. S. N° 003 MINAM, excede con un 106 mg DBO/L los LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas; debido a la alta concentración de materia orgánica.



**Figura 6.** pH en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.

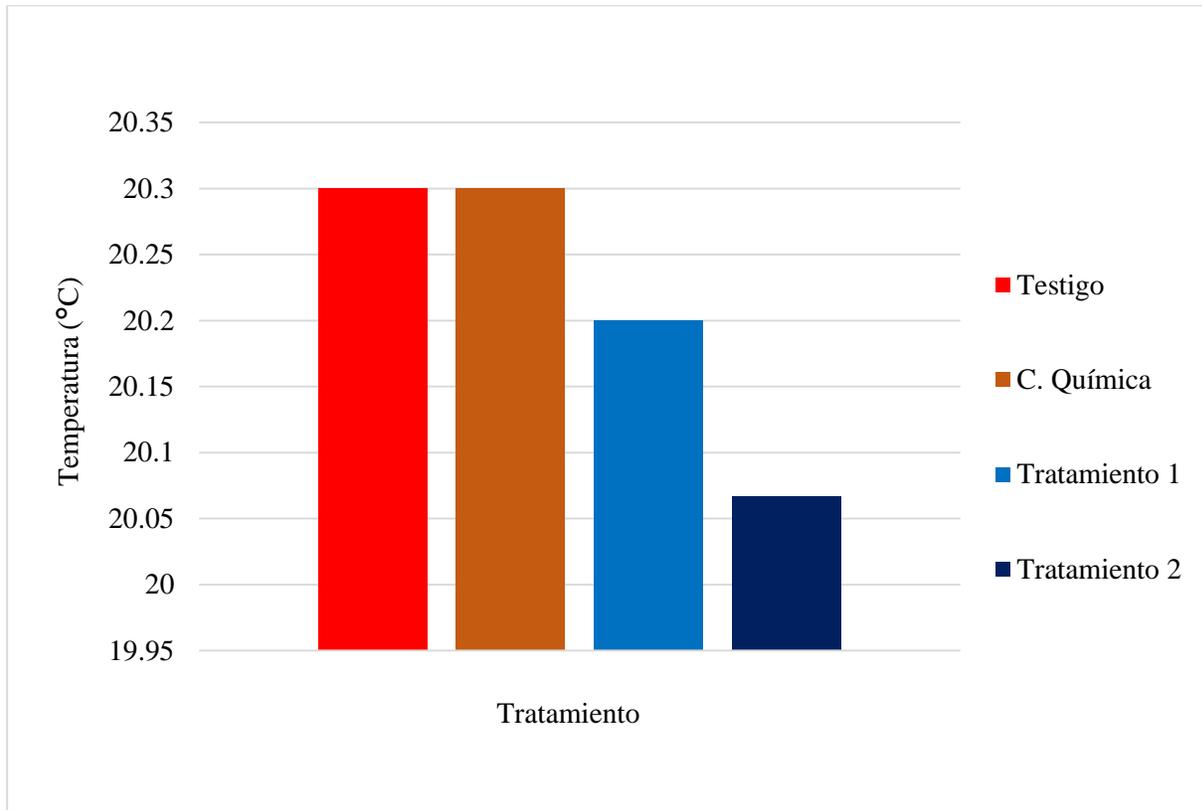
**Fuente:** Datos comparativos de los resultados (Lab. EQUAS S.A.C.)

**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.

### Interpretación

En la figura 6, se presenta los valores correspondientes al pH (unidad de pH) de los tratamientos comparativos de coagulación química que fueron evaluados como alternativa de tratamiento primario del agua residual doméstica en condiciones de la amazonia peruana. En el agua bruta (sin tratamiento) se determinó 6.90 unidad de pH, que según TRUJILLO (2014) se encuentra en un rango apropiado para ser tratada mediante ambos métodos



**Figura 7.** Temperatura en agua residual mediante tratamiento químico y electrocoagulación.

**Fuente:** Datos comparativos de los resultados (Lab. EQUAS S.A.C.)

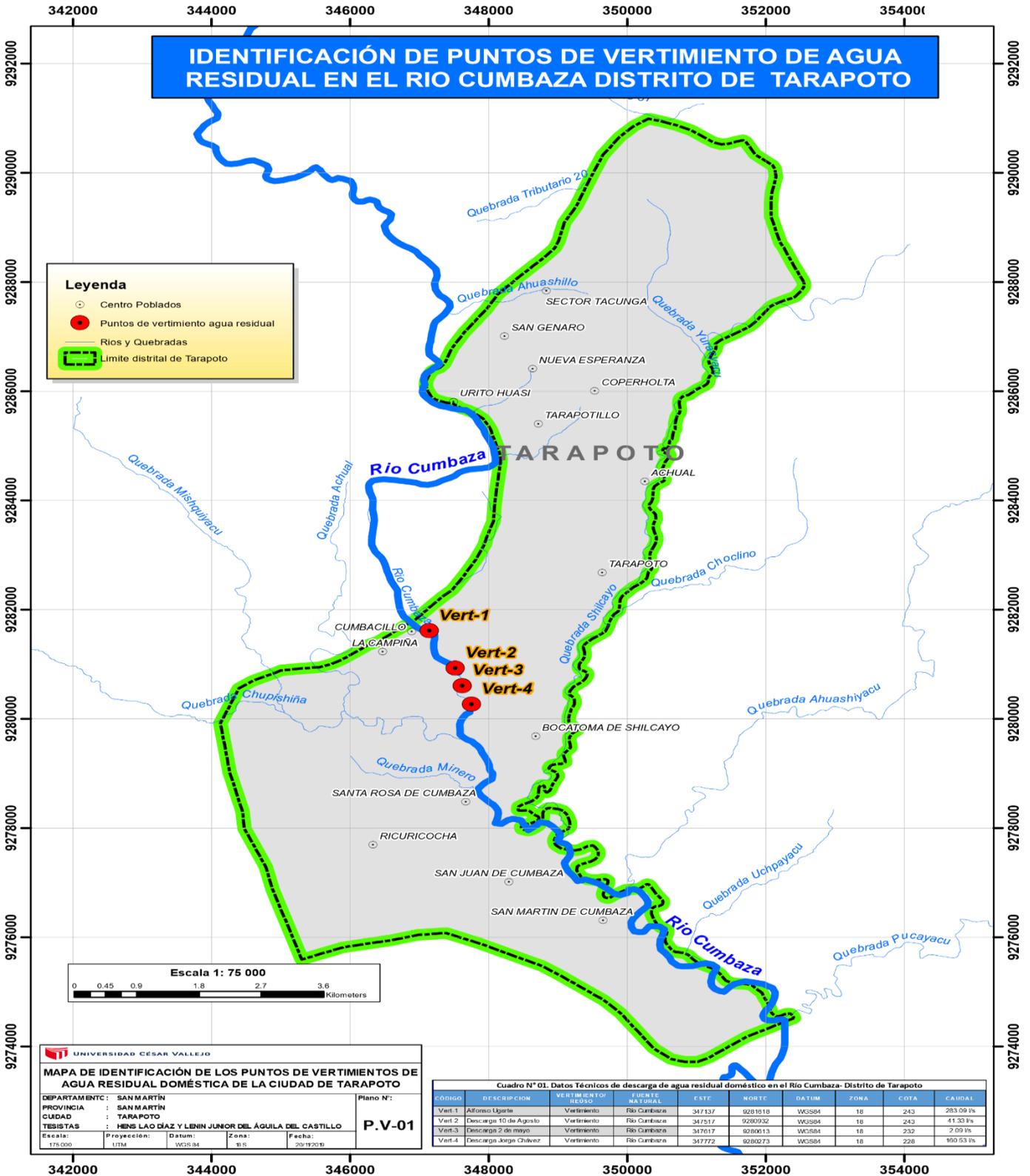
**Nota:** Tratamiento 1: Electrocoagulación – 24 V o 5 A durante 20 minutos.

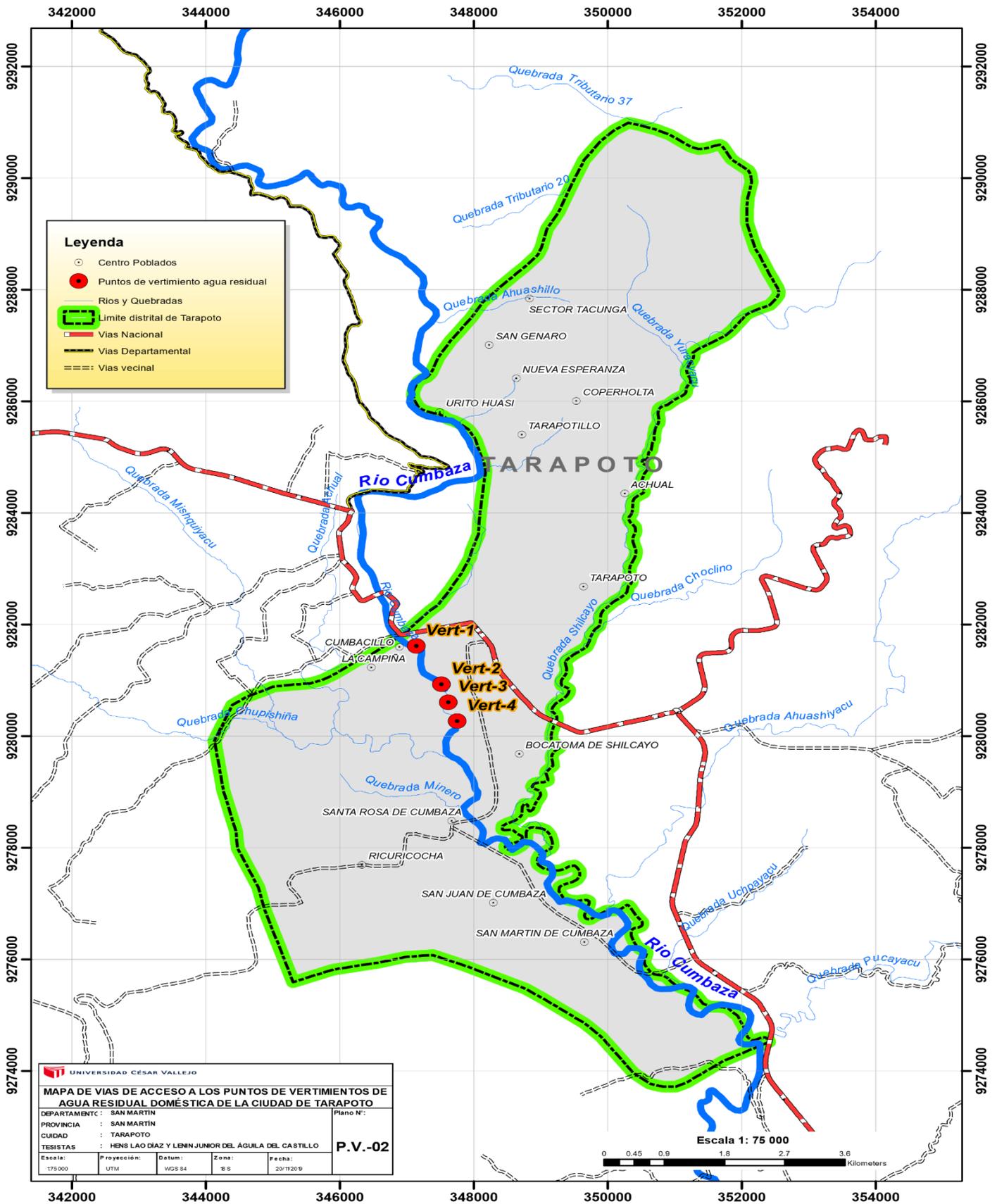
Tratamiento 2: Electrocoagulación – 12 V o 3 A durante 10 minutos.

### Interpretación

En la figura 7, se presenta los valores correspondientes a la temperatura (C°) de los tratamientos comparativos de coagulación química que fueron evaluados como alternativa de tratamiento primario del agua residual doméstica en condiciones de la amazonia peruana. En el agua bruta (sin tratamiento) se determinó 20.7 C°, que según ESPIGARES (1985) se encuentra a una temperatura apropiado debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica.

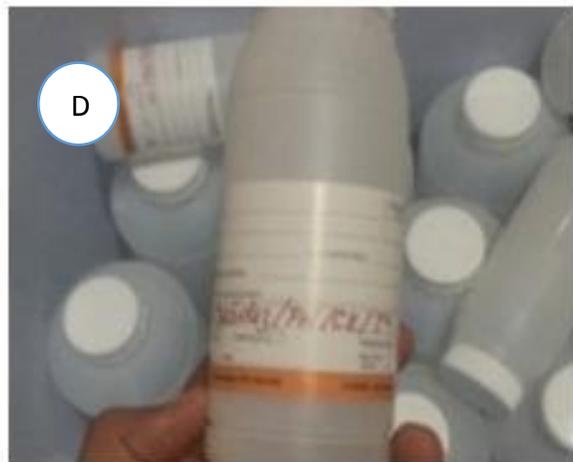
# Mapas





## Panel fotográfico

Etapa de pre - campo



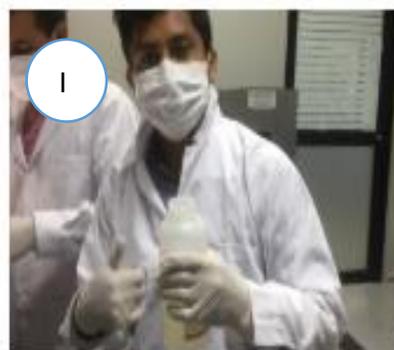
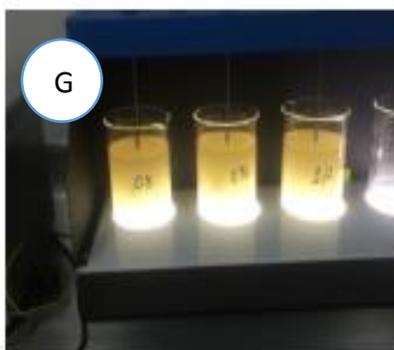
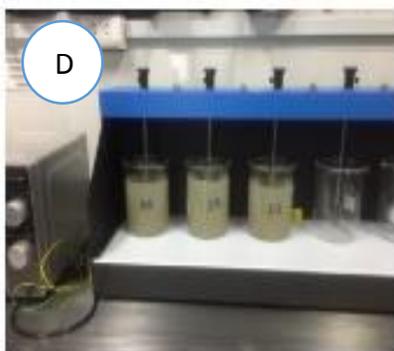
**A)** Cooler para almacenar para almacenar las muestras. **B)** Frascos para el depósito de las muestras. **C)** Frasco para el depósito las muestras de Sólidos Suspendidos Totales. **D)** Frasco para el depósito las muestras de Turbiedad, pH, temperatura, DBO, conductividad Eléctrica.

## Etapa de campo



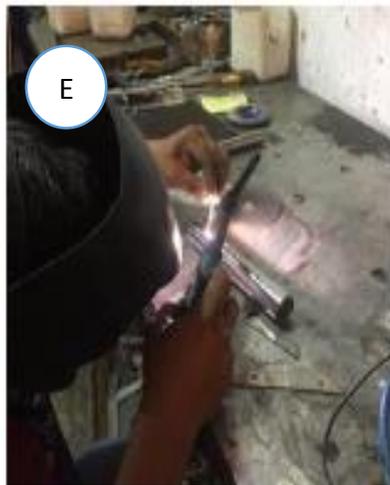
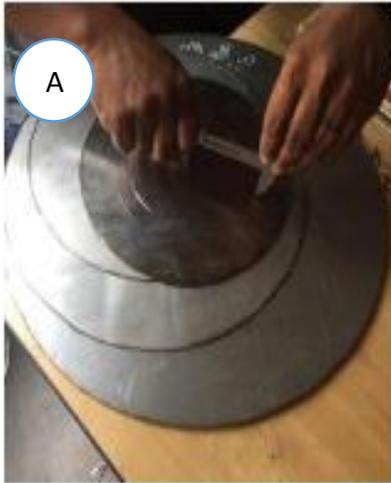
**A)** Traslado de los materiales y equipos para el muestreo. **B)** Implementación de los EPP. **C)** Llenado de los frascos con el agua residual. **D)** Cerrado de los frascos. **E)** Etiqueta para la identificación de los frascos. **F)** Preparación del Multiparámetro. **G)** Medición in situ del agua residual con el Multiparámetro. **H)** Llenado de los embaces para la experimentación con el equipo de electrocoagulación. **I)** Cerrado de los embaces y finalización del muestreo.

## Etapa de laboratorio y trabajo para la coagulación química



**A)** Pesado del sulfato de Aluminio. **B)** Medición del agua residual en la probeta. **C)** Descarga del agua residual en el vaso de precipitación. **D)** Ubicación de los vasos de precipitación en la prueba de jarras. **E)** Ajuste de las paletas del equipo. **F)** Descarga del Sulfato de Aluminio en los vasos de precipitación con agua residual. **G)** Inicio de la prueba de jarras. **H)** Llenado de los embaces para las muestras del laboratorio. **I)** Cerrado de los embaces con las muestras.

## Construcción del equipo para la electrocoagulación



**A)** Diseño y corte de las planchas para el soporte de las placas de aluminio. **B)** Doblado de las planchas de acero. **C)** Soldado de las planchas de acero **D)** Perforado del tubo de soporte del equipo. **E)** Soldado de la paleta graduadora. **F)** Medición de equipo en el vaso de precipitado.

## Acta de aprobación de originalidad de tesis

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019  Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara**, docente de la Facultad de ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada:

**"Determinación de la eficiencia entre los métodos de electrocoagulación y coagulación química para la remoción de la turbiedad del agua residual domestica – Tarapoto, 2019"**, de los estudiantes **Hens Lao Díaz y Lenin Junior del Aguila del Castillo**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **18 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 23 de diciembre de 2019

  
.....  
**Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara**  
**DOCENTE**  
**C.B.P. 8311**

**DNI: 43011735**

laboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
--------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Captura del Turnitin

feedback studio | FINAL | /0 | 15 de 15 | ?

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

"Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES**

Hens Lao Díaz (0000-0003-1796-7317)  
Lenin Junior Del Aguila Del Castillo (0000-0003-4781-750X)

**ASESORA**

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara (0000-0002-9702-8434)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Resumen de coincidencias** ✕

**18 %**

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

Nº	Fuente	Porcentaje
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	6 %
2	cidta.usal.es Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.usil.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	bibliotecadigital.univall... Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.unasam.ed...	1 %

Página: 1 de 33 | Número de palabras: 8641 | Text-only Report | High Resolution | **Activado** | 🔍

## Autorización de publicación de tesis al repositorio institucional de la UCV

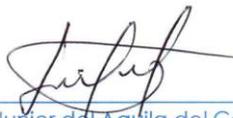
	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Lenin Junior del Aguila del Castillo, identificado con DNI N° 71611292 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

**"Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



Lenin Junior del Aguila del Castillo  
DNI: 71611292

FECHA: 29 de enero del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Autorización de publicación de tesis al repositorio institucional de la UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Hens Lao Diaz, identificado con DNI N° 72264770 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

**"Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Hens Lao Diaz  
DNI: 72264770

FECHA: 12 de diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Autorización de la versión final del trabajo de investigación



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Mg. Tania Arévalo Lazo  
Coordinadora EP Ing. Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTAN:

Hens Lao Diaz

#### INFORME TITULADO:

"Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019"

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 09 de diciembre de 2019

NOTA O MENCIÓN : 13



## Autorización de la versión final del trabajo de investigación



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Mg. Tania Arévalo Lazo  
Coordinadora EP Ing. Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTAN:

Lenin Junior del Aguila del Castillo

#### INFORME TITULADO:

"Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019"

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 09 de diciembre de 2019

NOTA O MENCIÓN : 13

