



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Remoción de sulfatos de aguas residuales usando quitosano en
la industria de baterías, Lima 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Checmapocco Quispe, Arnaldo (orcid.org/0000-0002-1593-6042)

Hoyos Vasquez, Jose Ronal (orcid.org/0000-0003-4295-3777)

ASESOR:

MSc. Suarez Alvites, Haydee (orcid.org/0000-0003-2750-0980)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ
2022

Dedicatoria

A Dios por darme la fuerza para salir adelante, a mis padres y hermanos por sus consejos y ser el soporte y el motor que me impulsa a lograr mis metas.

Checmapocco Quispe, Arnaldo

Esta investigación se lo dedico a mis padres por brindarme su apoyo incondicional y a Dios por darme salud y ser mi guía en cada etapa de mi formación universitaria.

Hoyos Vásquez, José Ronal

Agradecimiento

Agradecemos a nuestra asesora y docente Mg. Sc. Haydee Suarez Alvitez, por transferirnos sus conocimientos, paciencia y soporte en la realización de esta investigación.

A nuestros padres y demás familiares que siempre fueron una fuente de apoyo incondicional en cada etapa del desarrollo de nuestra investigación.

A la universidad César Vallejo por brindarnos oportunidades de aprendizaje y experiencia que fueron necesarios en nuestra formación profesional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SUAREZ ALVITES HAYDEE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Remoción de sulfatos de aguas residuales usando quitosano en la industria de baterías, Lima 2022", cuyos autores son CHECMAPOCCO QUISPE ARNALDO, HOYOS VASQUEZ JOSE RONAL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo 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.

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

LIMA, 27 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SUAREZ ALVITES HAYDEE : 07088154 ORCID: 0000-0003-2750-0980	Firmado electrónicamente por: SUAREZAL el 27-12- 2022 16:45:25

Código documento Trilce: INV - 1332251



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CHECMAPOCCO QUISPE ARNALDO, HOYOS VASQUEZ JOSE RONAL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Remoción de sulfatos de aguas residuales usando quitosano en la industria de baterías, Lima 2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
CHECMAPOCCO QUISPE ARNALDO DNI: 41106353 ORCID: 0000-0002-1593-6042	Firmado electrónicamente por: ACHECMAPOCCOQ el 27-12-2022 15:45:09
HOYOS VASQUEZ JOSE RONAL DNI: 47063569 ORCID: 0000-0003-4295-3777	Firmado electrónicamente por: JHOYOSV el 27-12-2022 16:14:01

Código documento Trilce: INV – 1332247

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación	15
3.2 Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	43
VI CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Dosis de reactivo a aplicar en las muestras de agua	23
Tabla 2. Parámetros físicos, químicos y biológicos iniciales de las muestras de agua antes del tratamiento.	26
Tabla 3. Parámetros de temperatura (°C) post tratamiento con quitosano.	27
Tabla 4. Parámetros de conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) post tratamiento con quitosano.....	27
Tabla 5. Parámetros de turbidez (NTU) post tratamiento con quitosano.....	28
Tabla 6. Parámetros de color (PCU) post tratamiento con quitosano	29
Tabla 7. Concentración de sulfatos, post tratamiento con quitosano.	30
Tabla 8. El pH del agua residual, post tratamiento con quitosano.....	30
Tabla 9. Demanda biológica de oxígeno (DBO) post tratamiento con quitosano.....	31
Tabla 10. Demanda química del oxígeno (DQO) post tratamiento con quitosano.....	32
Tabla 11. Porcentaje de remoción de sulfatos, post tratamiento con quitosano	33
Tabla 12. Prueba de normalidad a los parámetros estudiados con análisis Shapiro-Wilk.....	35
Tabla 13. Comparación de medias entre grupos con pruebas Kruskal Wallis.	36
Tabla 14. Correlación con la temperatura (°C) post tratamiento con quitosano ...	37
Tabla 15. Correlación con la conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) post tratamiento con quitosano	38
Tabla 16. Correlación con la turbidez del agua, post tratamiento con quitosano.....	38
Tabla 17. Correlación con el color del agua residual, post tratamiento con quitosano.....	39
Tabla 18. Correlación con el pH del agua, post tratamiento con quitosano	40
Tabla 19. Correlación con los sulfatos del agua post tratamiento con quitosano.....	40
Tabla 20. Correlación del DBO de las aguas residuales post tratamiento con quitosano.....	41

Índice de figuras

Figura 1. Fases del proceso de investigación	19
Figura 2. Porcentaje de remoción de sulfatos del agua residual, post tratamiento con quitosano	33
Figura 3. Correlación entre el pH y los sulfatos después del post tratamiento con quitosano	34

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de remoción de sulfatos de las aguas residuales usando quitosano en la industria de baterías, empleándose el diseño experimental de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Se empleó diferentes dosis de quitosano (325, 312.5, 308.3, 306.25, 305,304.17 g/L) aplicándolas a las aguas residuales industriales mediante la prueba de jarras. Los mejores resultados se dan con la dosis de 308.3 g/L de quitosano, al obtener una remoción de 83% de sulfatos; respecto a la temperatura, con la dosis de 304.17 g/L se elevó de 19.70 °C a 20.17 °C, en cuanto a la conductividad eléctrica, se logró incrementar de 930 a 1223 $\mu\text{s}/\text{cm}$; en la turbidez se obtuvo una mejor transparencia, en tanto en el color mejoró su claridad; respecto a los parámetros químicos como el pH con la dosis de 304.17 g/L se incrementó de 6.5 a 8.8 de pH, respecto a la DBO, con la dosis de 306.2 se logró una reducción de 786 a 307mg/L, finalmente la DQO con la dosis de 306.2 se disminuyó de 1253 a 603.3 mg/L.

Palabras clave: Remoción, aguas residuales, polímeros naturales.

Abstract

The objective of this research was to determine the level of sulfate removal from wastewater using chitosan in the battery industry, using an applied experimental design, quantitative approach and explanatory level. Different doses of chitosan were used (325, 312.5, 308.3, 306.25, 305,304.17 g/L) by applying them to industrial wastewater using the jar test. The best results are given with the dose of 308.3 g/L of chitosan, obtaining a removal of 83% of sulfates; Regarding temperature, with the dose of 304.17 g/L it rose from 19.70 °C to 20.17 °C, as for electrical conductivity, it was possible to increase from 930 to 1223 $\mu\text{s}/\text{cm}$; Better transparency was obtained in turbidity, while clarity improved in color; Regarding the chemical parameters such as the pH with the dose of 304.17 g/L, the pH increased from 6.5 to 8.8, with respect to the BOD, with the dose of 306.2 a reduction was achieved from 786 to 307 mg/L, finally the COD with the dose of 306.2 was decreased from 1253 to 603.3 mg/L.

Keywords: removal, wastewater, natural polymers.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia líquida vital para el desarrollo de la humanidad, la biodiversidad y necesaria para el medio ambiente por lo que debe ser correctamente administrada para su perdurabilidad. Esto implica responsabilidades de contabilización, conservación y control, teniendo que ser reglamentado para su correcto uso (Martínez y Villalejo, 2018). Al ser un recurso limitado y al presentarse una alta demanda de agua dulce se genera escases hídrica a nivel mundial; ante ello para el siglo XXI el mundo se esfuerza en mejorar la disponibilidad y seguridad del recurso hídrico para las futuras generaciones, tal como se refleja en el marco de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible (Sandstrom y Steiner, 2017).

Según el informe mundial de las Naciones Unidas (2017), indica que actualmente el 80% de las aguas servidas a nivel mundial se encuentran sin un tratamiento previo y por ello se han convertido en una fuente de contaminación. Los países desarrollados generan 70% de aguas residuales y mediante tratamiento la reducen a 38%, países de recursos medios tratan al 28% de las aguas y países de bajos recursos solo alcanzan a tratar un 8% de sus aguas residuales (Organización de las naciones unidas ONU, 2017)

Las baterías son dispositivos que convierten energías químicas en eléctricas realizando reacciones de óxido-reducción, suministrando así fuentes de energía eléctrica haciendo que esta industria crezca a lo largo de los años (Sarma y Shukla, 2018). La producción de baterías representa el consumo mundial de plomo >85% (Sze-yin y Payne, 2019). Las aguas servidas contaminan los cursos de agua, evidenciándose en los elevados valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO), Oxígeno Disuelto (OD) y otros parámetros del agua, proporcionando un entorno adecuado para el crecimiento de patógenos (Bohorquez et al., 2021) muchos de estos desechos de las aguas son peligrosos por la cantidad de elementos metálicos que lo contienen, como el caso de los sulfatos que son altamente tóxicos, los cuales alteran las propiedades químicas, físicas y microbiológicas de los cuerpos de agua, provocando efectos laxantes en los humanos, muerte en animales acuáticos y se introducen de manera indirecta en los alimentos. Ante ello se busca técnicas de remoción como los polímeros naturales, que son macromoléculas unidas por enlaces covalentes,

técnicas económicas, fácil de conseguir y tiene amplitud de modificaciones químicas, además de tener capacidad de biodegradación enzimática (Rajeswari, 2017). El quitosano es un polímero natural obtenido de la quitina, es del tipo β (1 \rightarrow 4) glicosídicos y está compuesto de unidades estructurales: la N-acetil-D-glucosamina y la D-glucosamina, es utilizada en la adsorción de elementos metálicos en aguas residuales (Sánchez et al., 2017), estas sustancias metabolizan y convierten los contaminantes orgánicos en suspensión disuelta, en tejidos o también en gases; en este proceso el oxígeno es vital en presencia o ausencia debido a que esto definirá que tipo de microorganismos harán la degradación en el agua (Mejia y Cabrera, 2017).

En el tratamiento de las aguas residuales se utilizó la prueba de jarras, ya que es la prueba más adecuada para este tipo de experimentos y además de ser de corta duración, simula el proceso de coagulación y floculación añadiendo previamente químicos adecuados a las muestras de agua. Este ensayo permite obtener buenos resultados en cuanto a la remoción. (DISIN S. A., 2019)

Uno de los principales problemas es la remoción de los sulfatos en las aguas residuales industriales que generalmente contienen concentraciones superiores a 1000 mg/L (Yao et al., 2021), estos afectan la salud de los seres humanos y el medio ambiente de manera directa o indirecta, situación que se vive en lugares aledaños al río Chillón y Pro los Olivos en el distrito de Independencia que alberga a 243.9 mil habitantes y que aguas más abajo son utilizadas para cultivos agrícolas (CPI Research, 2022),

Por consiguiente, para este trabajo de investigación se planteó el problema general: ¿De qué manera influye el quitosano en la remoción de sulfatos en aguas residuales en la Industria de baterías, Lima 2022?, seguidamente los problemas específicos son: ¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos de las aguas residuales después de ser tratadas con quitosano?, ¿Qué concentración de sulfatos se encuentran en las aguas residuales después de ser tratadas con quitosano; ¿Cuáles son los valores de los parámetros biológicos de las aguas residuales después de ser tratadas con quitosano?.

En el aspecto teórico la presente investigación busca el empleo de nuevas tecnologías mediante la dosificación de quitosano en aguas residuales industriales, estos mostrarán resultados que ayudarán a otros investigadores en futuras investigaciones. En el aspecto ambiental se busca mejorar la calidad de las aguas dándoles mejores condiciones de vida a la sociedad, flora y fauna, además de que el tratamiento es amigable con el medio ambiente, finalmente en el aspecto social se logrará mejores condiciones de vida a la población aledaña a los ríos ya que no generará malos olores, ni perjudicarán la red de alcantarillado pues estos sulfatos podrían ser los causantes de la corrosión de tuberías, además que las aguas tratadas servirán para el rehúso de otros fines, produciendo así la economía circular

Se planteó como objetivo general: Determinar el nivel de remoción de sulfatos de las aguas residuales usando quitosano en la industria de baterías, Lima 2022; Los objetivos específicos son: Determinar los parámetros físicos de las aguas residuales industriales de baterías después del tratamiento con quitosano; Determinar la concentración de sulfatos en las aguas residuales industriales de baterías después del tratamiento con quitosano; Determinar los parámetros biológicos de las aguas residuales industriales de baterías después del tratamiento con quitosano.

Como hipótesis general se tiene: El quitosano removerá los sulfatos de las aguas residuales en la industria de baterías, Lima 2022. En las hipótesis específicas: Los parámetros físicos de las aguas residuales son diferentes después de ser tratadas con quitosano; La concentración de sulfatos en aguas residuales son diferentes después de ser tratadas con quitosano; Los parámetros biológicos de las aguas residuales son diferentes después de ser tratadas con quitosano.

II. MARCO TEÓRICO

La remoción es un sistema de tratamiento que se da mediante procedimientos físicos, químicos y biológicos para reducir los contaminantes del recurso hídrico (Humanante et al., 2022), en la investigación se planteó la remoción de los sulfatos mediante el polímero natural (quitosano), ya que en los últimos años se convirtió en la esencia necesaria para la humanidad por sus múltiples propiedades que estos contienen. El polímero es una macromolécula, compuesta de pequeñas unidades simples en forma de eslabones de alto peso molecular formados por monómeros, solubles en aguas ácidas (Billmeyer, 2020) En ese sentido se tiene a (Medina, 2018) que utilizó los polímeros naturales extraídos del almidón de plátano, maíz y quitosano para la remoción de contaminantes de aguas domésticas, mediante el tratamiento de coagulación y floculación, utilizó el método de prueba de jarras en laboratorio en tres muestreos; logrando resultados positivos al reducir el 99.6% de turbidez, 97.6% de sólidos suspendidos, coliformes fecales en 83.3%, a una dosis de 0.1 mg/L de quitosano, pese a estos resultados no está permitido el uso de estas aguas para el riego de la agricultura según la normativa ecuatoriana.

Bravo (2017) recopiló información de diferentes estudios realizados sobre coagulación y floculación de metales pesados usando biopolímeros extraídos de recursos vegetales y animales el cual verificó que existen 15 variedades de plantas y 2 de animales, entre estos los taninos y cactus extraídos de semillas de hojas de árboles y de las cortezas de las plantas fueron las más efectivas en el tratamiento. Los resultados mediante el uso de biopolímeros naturales fueron de 95 y 98.2% de mejora en turbidez, teniendo inicialmente 426 NTU y con la aplicación de semillas sin cascara bajó a 105 NTU, con valores altísimos de remoción llegando a >90%, entre ellos los polisacáridos y proteicos, estos ayudan en la clarificación del agua, por lo que recomienda hacer estos tratamientos a escala industrial.

Bahador et al. (2021) mejoraron el rendimiento de la remoción de cromo del agua tratada con *Moringa oleífera* y carbón activado, la capacidad de adsorción máxima fue el de una sola capa, así el carbón activado, quitosano, carbón activado/óxido ferroso (Fe_3O_4) y quitosano sólido/carbón activado/ Fe_3O_4 . Los resultados de la capacidad de absorción fueron de 56,78 mg/g, 114,80 mg/g, 121,70 mg/g y 130,80 mg/g, respectivamente, la absorción fue exotérmica, demostrando

así que aún reutilizado en 5 etapas el quitosano continua con la capacidad de remoción junto al carbón activado, con un rendimiento >90%, y en el -OH en el carbón activado, se desplazó a 3392 cm⁽⁻¹⁾, 3412 cm⁽⁻¹⁾, 3377 cm⁽⁻¹⁾ y 3380 cm⁽⁻¹⁾, respectivamente.

La demanda química de oxígeno es el componente orgánico presente en una muestra de agua el cual puede ser oxidado químicamente (Morales, Vargas y Medina, 2021), en ese sentido (Bakraouy, 2017) realizó el tratamiento de lixiviados de los vertederos en la ciudad de Rabat muy cargados de minerales y materia orgánica, además de compuestos fenólicos, buscaron determinar las dosis óptimas de cloruro férrico como coagulante y polímeros catiónicos como floculantes, esto se realizó mediante un proceso anaerobio, las dosis óptimas fueron 4.4g/L de coagulante 9.9 ml/L de floculante, obteniendo como resultado de remoción de 89.6%, (dosis de 6 mg/L) 69% (dosis de 4.8 mg/L), 94% (dosis 1.3 mg/L), 80% (dosis 8 mg/L) y 89% (dosis 1 mg/L) para el fenol, la turbidez, DQO, respectivamente y de absorbancia 254 nm. La investigación demostró que el tratamiento de coagulación y floculación post tratamiento en condiciones anaerobias era muy eficaz, con su metodología superficie respuesta, mejorando la optimización en su proceso de operación.

Las aguas residuales provenientes de industrias de baterías presentan contaminantes de elevada concentración de sulfatos, plomo, acides, aceites y grasas, materia orgánica entre otros, dentro de los contaminantes los sulfatos y el plomo son difíciles de tratar, debido a sus propiedades físico químicas y la alta toxicidad que estos presentan (Mazille et al. 2017), por ello (Fang et al. 2018) lograron eliminar iones de sulfatos con elevada concentración de sodio, realizaron una investigación para evaluar la viabilidad de la remoción en las aguas residuales industriales con la dosificación de polímeros, para la precipitación de *etringita* (mineral sulfato) y averiguar cómo influyen los distintos parámetros en la eliminación de los sulfatos y otros metales pesados el experimento se realizó en una licuadora eléctrica de seis leguas. El método de precipitación con la *etringita* fue el más adecuado para este tipo de tratamiento ya que elimina de una manera eficaz los sulfatos y también la dosificación de ciertos reactivos, logrando una remoción de 98.51, 99.09, 99.33, 99.45, 99.23 y 99.48 % durante 15, 30, 45, 60,

90, 120 min. Respectivamente y para iones de mercurio la reducción fue muy bajo y poco notable. En conclusión, este método de precipitación mediante la *etringita* en el futuro tiene un potencial elevado de ser aplicado en diferentes industrias, porque es muy factible y elimina de una manera acelerada los iones de sulfatos y otros metales pesados.

Los sulfatos son oxidantes químicos salinos que se forman mediante reacciones ácido-base (Chen, Feng y Deng, 2019). Por otro lado, (Mousavi y Moosavian, 2017) eliminaron sulfatos procedentes de las salmueras de cloro, mediante la nanofiltración con membranas basados en polímeros, los que son filtrados por su peso específico mayor al de los iones, para ello utilizaron el método de Taguchi (proceso de separación) realizaron 16 pruebas a temperaturas de 27 y 45°C y presión de 5.9 bar, logrando el máximo y mínimo de 180 360 ml/min de retención, la eficiencia obtenida de sulfatos llegaron a 86.3% y 93.4%, en tanto al cambio del pH se vio que disminuyó de 7 a 5 en la menor permeación y en la mayor permeación se vio un alza de 7 a 10 de pH.

Al respecto, Agudelo y Rodríguez (2019) removieron sulfatos en el agua residual de los procesos de curtido de piel, para lo cual se realizó la remoción con la técnica de la cavitación hidrodinámica y con un sistema de recirculación cerrado, se tuvo una presión inicial de 90 minutos en el reactor. Como resultado se logró que con un pH inicial de 7.5 y un valor inicial de sulfatos de 1650 mg/L redujo su concentración con post tratamiento a 32%, al reducir a 1154 mg/L y en el tratamiento de pH 10 bajó a 1164 mg/L removiendo un 29% de sulfatos, sin la dosificación de ningún floculante o catalizador, se realizó además un análisis de cavitación costo-beneficio de tecnología aplicada, en donde se nota una disminución de hasta un 198% del actual costo; entonces señalan que si hay una interacción con la cocción aplicada al sistema. Los resultados fueron que la tecnología de cavitación hidrodinámica fue sustentable y una alternativa efectiva en la industria de este tipo de procesos.

Mientras tanto, Najafloo y Mahsa (2021) prepararon un gel de sulfato de celulosa con quitosano y otro con quitosano y algodón sulfonato para demostrar su eficiencia en la remoción de plomo (Pb) de aguas contaminadas, la determinación de los absorbentes se realizaron con análisis de microscopia electrónica de barrido,

y rayos x. Al inicio la concentración de plomo contiene 300 mg/L, durante la prueba que duró 40 minutos y temperatura de 26°C la absorción alcanzada fue de 137.8 mg⁽⁻¹⁾ es decir una eficiencia de 91.9%, los parámetros de absorción fueron espontáneos y endotérmicos y de nivel de crecimiento un tanto irregular pues las isotermas de adsorción se estudiaron a diferentes temperaturas.

Yizhak (2019) utilizó un método eficiente para la eliminación de sulfuro de Hidrógeno H₂S disuelto en aguas contaminadas de pozo usando una combinación de luz y oxígeno disuelto en laboratorio para lo cual se empleó agua de grifo al cual se añadió Azufre y agua de pozo que contiene hasta 20 mg/L de sulfuro de hidrogeno (H₂S), una solución madre de 1000 mg/L H₂S donde se disolvió sulfuro de sodio hidratado (Na₂S*9H₂O). El pH de la alimentación se comparó a los valores prediseñados con pequeñas cantidades de HCl/NaOH con una bomba dosificadora. El oxígeno en el agua de grifo estuvo en los valores de 7.5 - 10.5 mg/L, según lo medido por un electrodo de oxígeno disuelto. Como resultado se obtuvo con la combinación de luz UVC de 254 nm es muy eficiente para oxidar el S₂O tomando como oxidante al oxígeno, se obtiene además una turbidez final de 0.1 - 0.2 NTU, esto demuestra que el proceso no produjo un alto contenido de azufre. El resultado se logró sin añadir ningún producto químico generador de oxígeno.

Vu y Gu (2019) emplearon cal viva y cal apagada para la eliminación de sulfatos de las aguas residuales utilizando el método de la precipitación, los resultados sin carbonatación respecto a la remoción de sulfatos fueron de 97% para cal viva y cal apagada, en la eliminación de sulfatos fuera de rango fueron 49% para cal viva y 53% para cal apagada, en la etapa de caronatación los datos se redujeron levemente en la eliminación de sulfatos, pero en la eliminación de sulfatos se incrementó a 68,4%. para cal viva y 69,3% para cal apagada. Los resultados del estudio indican que la cal viva y cal apagada son un buen material para la remoción de sulfato de plomo en aguas residuales.

Por otro lado, (Salimi y Mousavi, 2019) realizaron un estudio de remoción de sulfatos de las aguas del río Gamasiab utilizando un absorbente altamente poroso metal orgánica en una fase sólida, se trata de "la nanoclinoptilolita" se seleccionaron 16 estaciones para la identificación de sulfatos del rio, luego se filtraron con nanoclinoptilolita natural, usaron imágenes de rayos X, microscopio electrónico de

transmisión y espectroscopia para ver los resultados de remoción, después de analizar los resultados, se logró una remoción de 91.5%, con temperatura de 25°C con pH = 9,51 D/C = 18,91.

Mientras tanto, Sanchez (2020) sintetizó tres derivados de quitosano, mediante el método de la condensación, estas variantes demostraron tener alto grado de remoción de iones de metales pesados en una muestra de 28 litros con 2.4549 mg de Pb/L demostrando una gran efectividad en la remoción a pH básico, pero no a pH por debajo de 5, con velocidades de agitación de 200 RPM, las técnicas fueron desmineralización, desproteínización y desacetilación de volúmenes de quitina, su eficiencia es de 94.66% 72.23% y 84.16% de remoción de plomo con dosis de 2.5 g, 2.0 g y 2.5 g. y el pH obtenido post tratamiento fue 4.5, 5.25 y 6.3, respectivamente. Se concluye que los nuevos compuestos presentan mayores capacidades para la remoción de iones Pb en solución a pH básicos.

En otro estudio, Ahmadpour (2020) redujo los colorantes orgánicos de aguas contaminadas mediante la fotodegradación con polimérico nanocompuesto, Los resultados obtenidos demuestran que Ca al 30% /TiO₂/NH₂-MIL-125 logró mayor eficiencia de fotodegradación de los contaminantes de colorantes, bajo emanación de luz, demostrando así que el rendimiento fue 82,87% y 86,22%, y que el ITB-MIL-125 tiene alto grado de adsorción de iones de mercurio de 946,0 mg g^(- 1) esto debido a la formación de enlaces covalentes durante el proceso con funcionalidad accesible, hecha a base de azufre, para lograr esto se tuvieron en cuenta varios aspectos como el pH inicial, el tiempo de contacto que fue de 10 a 120 minutos, los iones competitivos y la temperatura. Se concluye que la técnica del fotocatalizador es aún óptima después de haberla reutilizado.

Young (2020) sintetizó un nuevo alginato de sodio y carboximetilcelulosa que fueron estabilizados con zeolita proveniente de las cenizas, seguido de la reticulación con CaCl₂, estos compuestos fueron aplicados para la remediación de los efluentes industriales con metales pesados. Teniendo como resultado de los experimentos que la adsorción de monocapa en las superficies iguales es 10 mg y 63 mg/g para Cu y Cr. significaba el mismo proceso de la sorción de los sulfatos presentes en el agua residual. Se concluyó que es muy económico y eficiente

utilizando la zeolita natural proveniente de cenizas en la aplicación a las aguas residuales industriales, siendo efectivo en la remoción de los sulfatos reales.

Moulinc (2020) logró mejorar el rendimiento de depuración de las aguas con filtración mediante membranas, el cual fue realizado con la combinación de tratamiento de coagulación y floculación pre tratamiento y post tratamiento con las membranas de cerámica comercial, para mejorar la calidad de aguas tratadas de sulfatos, adicional a esto se realizó en el laboratorio un tratamiento de prueba de jarras. Obteniendo como resultado una eficiencia en la turbidez 100%, DQO 98%, y TOC 97%, Se concluye que el aceite de soja es el componente más importante de los demás ácidos grasos que son esenciales para las personas y para la depuración y remoción en las aguas residuales industriales.

Vitola, Pérez y Montes (2021) utilizaron microalgas para una mejor remoción de los elementos metálicos como Hg, Cd y Pb, en aguas residuales, con el objetivo de buscar alternativas económicas y que no dañen el medio ambiente y además de ser una manera fácil de aplicar, las microalgas utilizadas fueron *Chlorella vulgaris* y *Scenedesmus obliquus*, se usó la técnica de espectrofotómetro de absorción atómica, el resultado fue que en la biosorción de metales pesados tratados con *Chlorella vulgaris*, obtuvo un nivel alto con $94,72 \pm 1,65$ % para Cd, $92,44 \pm 3,98$ % de Pb y $81,74 \pm 1,35$ % de Hg. Estos resultados demostraron que el tratamiento con biomasa microalgas inmovilizada en la bioadsorción de metales pesados pueden ser usadas como biorremediación.

Por otro lado, Rashid y Shafiq (2021) resaltó la información de diferentes técnicas de remoción de aguas residuales que se estudiaron y aplicaron como los métodos químicos, la oxidación de fenton y la oxidación electroquímica, también los procedimientos físicos y la filtración por membrana, entre otras técnicas biológicas; logrando determinar que la adsorción es la técnica más simple y efectiva, además de ser de bajo costo y amigable con el medio ambiente. Con la oxidación electroquímica siendo un método eficaz, en el post tratamiento el resultado con los parámetros operativos optimizados fueron contundentes, su pulso de influencia en la electroquímica ahorra energía en un promedio de 47.9%, 41%, 25.5%, y por otro lado mediante las zeolitas naturales se obtuvieron una absorción efectiva que oscila entre 45 y 64% de los contaminantes, también el quitosano tiene

unas fibras que tienen una mejor eficiencia de remoción y son más resistentes que el carbón activado, por último se obtuvo que la fibra de coco, cascara de naranja tienen una eficiencia óptima para eliminar metales pesados de hasta un 90% de remoción, a esto se suma la neutralización obteniendo un lodo rojizo con un pH de 8.5 a 9.5. Se concluye además que hay mucha necesidad de seguir investigando este tipo de técnicas, su optimización y su implementación en las diferentes plantas de tratamiento, concluye además que hay mucha necesidad de seguir investigando este tipo de técnicas, su optimización y su implementación en las diferentes plantas de tratamiento.

Santana y Monsalve (2021) demostraron que el *Ulex europaeus*, un arbusto leñoso puede ser utilizado como coagulante natural en la remoción y tratamiento de aguas sulfatadas, aplicando dicho arbusto en una solución al 1%, mediante la prueba de jarras, se aplicó en dosis de 3, 6, 9 y 15 mL en 3 repeticiones y con pH 5, 7, 9 con la técnica de coagulación y floculación, obteniendo así eficiencias de remoción de turbidez del 40%, disminuyendo de 140 NTU a 88.2 NTU de turbidez, con un nivel de pH 3 y dosis de solución coagulante de 6 mL. Se concluye que el pH y la dosis de coagulantes están estrechamente relacionados para la remoción de turbidez.

Han y Wu (2021) eliminaron sulfatos de los residuos de aguas industriales, mediante micro electrólisis de hierro-carbono (relación de 1:1) de circulación interna. Se tomaron en cuenta el tiempo de reacción (120 min.), la aireación (0.25 min/h), el pH (2) y la concentración de sulfato (500 mg/L) en las aguas, la eficiencia máxima de eliminación de sulfato fue del 76,6 %, demostrando que la remoción puede ser eliminada por SO_3^{2-} y luego por S^{2-} también por floculación y precipitación, por lo que recomiendan el proceso de la hidro electrólisis hierro carbono para remoción de sulfatos.

Yang y Uhrynowski (2020) lograron reducir los sulfatos de los residuos de aguas residuales de baterías y asimismo se obtuvo subproductos aprovechables, para ello se neutralizan los ácidos del agua residual, luego lo precipitaron usando bacterias, los cuales producían amoníaco piogénico para reducir los sulfatos, seguidamente se realizó la reducción de sulfatos microbianos en forma de sulfuros metálicos para finalmente en la tercera etapa eliminar el exceso de sulfuro de

hidrógeno del agua. Asimismo, se obtuvieron subproductos que pueden ser usados en enmiendas de terrenos agrícolas.

Khattabi (2022) disminuyó la contaminación de aguas de las almazaras, con tratamiento por coagulación, para lo cual usó la *moringa oleífera* como coagulante natural, mediante el método de diseño de experimentos, compuesto central, ello se convino con la metodología de superficie de respuesta, Los resultados arrojaron que utilizando la prueba de Fisher, los modelos propuestos eran positivos: (R^2 Adj = 86,73%, R^2 Adj = 90,39% y R^2 Adj = 93,33%, en la turbidez, DQO y polifenoles). Se concluye que el tratamiento realizado con la planta del *Moringa Oleífera* es muy efectivo para tratar las aguas residuales industriales. Este estudio demuestra que la metodología de diseño de experimentos, que al ser combinada con el método de superficie de respuesta logran grandes resultados a la hora de optimizar las operaciones en los tratamientos, siendo así una herramienta efectiva para mejorar las condiciones operativas del tratamiento de aguas residuales en las industrias.

Lavado (2021) utilizó la biomasa obtenida de una cianobacteria *Nostoc Comune* y para ello empleó el método de modificación NaOH para la reducción de iones plomo, en una columna de lecho fijo. Se usó el método del goteo, inicialmente los experimentos se llevaron a cabo utilizando soluciones sintéticas y el modelo se ajustó a las curvas de ruptura, la capacidad de biosorción se elevó a 98.8%, con la ecuación de Langmuir se obtuvieron datos de remoción de 384.62 mg Pb/g. a pH 5.5, con dosis de biomasa *Nostoc Comune* de 0.5 g/L y 60 min. de contacto. Se concluye que debido a las altas concentraciones de metales (K, Na, Ca, Mg) en las aguas residuales, la capacidad de biosorción disminuyó en un 28% puesto que estos comportamientos se atribuyeron a la reducción simultánea de iones metálicos y el equilibrio de biosorción multicomponente.

Mientras tanto, Adly y El-Dafrawy (2021) utilizaron un adsorbente altamente poroso con una estructura metal-orgánica como adsorbente en fase sólida para la remoción de metales pesados, analizaron las principales variables para la influencia en los procesos físico químicos. Obtuvieron resultados de 91% de remoción, mediante pruebas de etringita, una alta concentración de 100 ppm de mezcla de seis metales, ITB-MIL-125 logró alta capacidad de adsorción, obteniendo 82% de

Hg(II) frente al 62%, 30%, 2%, 1,9% y 1,6% para Pb, Cu, Cd, Ni y Zn, respectivamente.

La demanda biológica de oxígeno (DBO) es la evaluación semi-cuantitativa de la demanda de oxígeno necesario por los microorganismos en una muestra de agua (Cárdenas, Wilches y Vanegas, 2017). Por otro lado, (Pinargote y Vera, 2021) determinaron la capacidad de adsorción de sulfatos utilizando polímeros obtenidos del exoesqueleto de los camarones, así mismo de la cascarilla de arroz para filtrar las aguas residuales de una fábrica de baterías ácido-plomo, para ello se tomaron parámetros microbiológicos como el DQO (Demanda Química de Oxígeno) en donde se cuenta la cantidad de sustancias orgánicas que puede oxidarse químicamente en la muestra del agua residual industrial, la unidad de medida es en miligramos por litro de oxígeno diatómico ($\text{mg O}_2 /\text{L}$), así como la DBO es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno que requieren los organismos unicelulares para la correcta degradación de las muestras de agua, y esto se mide miligramos por litro de oxígeno diatómico ($\text{mg O}_2 /\text{L}$), otro parámetro a medir es la conductividad eléctrica (CE) que es la cantidad del líquido de transferir corriente, se realizó en tres repeticiones consecutivas en las pruebas con 30% - 40% y 60% - 70% de exoesqueleto de camarón y 70% - 60% y 40% - 30% con cascarilla de arroz y, la capacidad de remoción logrado fue 79,36%, donde se logró mejores resultados eficientes en el tratamiento, añadiendo una cantidad optima del exoesqueleto de camarón gracias a sus propiedades físicas y químicas que ella contiene.

Kastali et al (2021) estudiaron el proceso de coagulación-floculación con cloruro férrico mediante la técnica de prueba de jarras, para el análisis se realizaron diferentes pruebas de flotación en el laboratorio, en los embudos de decantación y en cilindros de 30 L. los resultados obtenidos utilizando FeCl_3 fueron de 30% esto eliminó el 95% de la turbidez, demostrando también que su pH tiene relación directa al momento de reducir la turbidez; la cantidad de volumen al respecto es de 600, 10 y 120 ml/L para las cargas más pesadas, rápidas y medias. Los resultados indican que estos diseños y modelos pueden utilizarse para disminuir la concentración de sales de sulfatos en función al pH y la turbidez.

Jaffar et al (2022) desarrolló la producción de nanocelulosa para la remoción de aguas contaminadas, de esta manera crearon aditivos con dichas nanocelulosas para mejorar las membranas que ayudan a la filtración; el uso de membranas tuvo una resistencia de excelencia en su capacidad de atrapamiento de residuos o nanopartículas. Se obtuvo que la celulosa es un biopolímero natural más predispuesto en la naturaleza y es un compuesto esencial de la biomasa que está representado hasta un 40-50% de los distintos componentes en la superficie.

Por otra parte, Barreto y Vargas (2019) realizaron una comparación de coagulante comercial (sulfato de aluminio) y coagulante natural (semilla de aguacate y mucilago) se realizaron en la prueba de jarras, los resultados fueron que el coagulante natural de aguacate obtuvo una remoción de 44.27% en la turbiedad, mientras que con el mucilago del café fue de 64.29% en aguas residuales provenientes de la industria de pinturas en la ciudad de Nigeria la remoción con los sulfatos comerciales resultaron ser inferiores a los naturales Concretamente al usar una dosificación óptima de 5000 mg/L. Se concluye que estos polímeros naturales ayudan en el proceso de coagulación, aumentando la eficiencia de remoción de la turbiedad y clarificación del agua en comparación con los polímeros sintéticos comerciales.

Feria, Mercado y Jove (2020) evaluaron las características fisicoquímicas y estructurales del quitosano en el tratamiento de las aguas residuales grises, en reemplazo del sulfato de aluminio y cloruro férrico. Los investigadores lograron una remoción eficiente de 89% del grado de turbidez a una dosis de 15 mg/L con una turbidez inicial de 63 NTU y a una dosis de 8 mg/L lograron una remoción de 68.9% con una turbidez inicial de 23.5 NTU. Respecto a la remoción de turbiedad, DBO, DQO en un orden de 96%, 91% y 72% con dosis de 0.6 y 0.3 mg/L a un pH ácido entre 3.5 - 5, 6, asimismo se logró una remoción de sulfatos entre 55 y 70% con una dosificación de 20mg/L demostrando una mayor efectividad frente a los orgánicos.

En otro estudio, Ruiz (2020) realizó una revisión bibliográfica sobre las mejores alternativas de coagulantes naturales a base de polímeros naturales y evaluó 25 variedades de plantas entre ellas la *Moringa Oleifera*, *Solanum*

tuberosum, *opuntia ficus indica*, *pisum sativum*, los cuales obtuvieron más de 75% de eficiencia de remoción en la turbiedad, en lo que respecta a contaminantes logran un 90% de eficiencia, concluyendo que estos coagulantes naturales logran los mejores resultados que los coagulantes sintéticos pero a menor costo sin alterar el pH y disminuyendo la toxicidad del agua tratada.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Conforme a Hernandez y Moreno (2017), el estudio fue de tipo aplicada; ya que requirió de discernimiento preliminar de información para brindar resultados positivos frente a los problemas a solucionar. El enfoque de este estudio fue cuantitativo, puesto que, hubo el manejo de las variables para afrontar las incógnitas de las hipótesis, para este caso fue determinar cuáles son las dosis de polímeros efectivos y más eficientes que se pueden aplicar al agua industrial y mejorar la calidad del recurso hídrico.

En cuanto al diseño fue experimental ya que para (Ramos, 2021) este tipo de investigación permite manipular la variable independiente (quitosano) y medir sus efectos en la variable dependiente (remoción de sulfatos) aspecto que fue desarrollado en la siguiente investigación ya que se establecieron diferentes medidas de polímeros naturales, fue de tipo pre experimental, puesto que para la toma de los resultados no hubo una clase de inspección y solamente el grado de manipulación de la variable independiente que es el quitosano, ahora mediante el análisis de aguas residuales industriales, aplicando las mismas metodologías y técnicas para la remoción de sulfatos.

Así mismo la investigación considero una pre y post prueba añadiendo diferentes concentraciones de quitosano al agua que contiene sulfatos procedentes de la industria de baterías; esto se gráfica en el esquema

$$G \quad 01 \quad X \quad 02 \quad \text{Ecuación 1 (Cotero, 2016)}$$

G: Muestra de agua residual de la industria

01: La pre prueba, análisis de la calidad del agua residual industrial antes de la dosificación.

X: Dosificación de los polímeros naturales para la remoción de sulfatos

02: El post prueba, análisis de la calidad del agua residual industrial después de la dosificación.

3.2 Variables y operacionalización

Para el desarrollo de la investigación se trabajó con dos variables, tanto dependiente como independiente:

Variable independiente: Aplicación de quitosano

El quitosano es un biopolímero natural derivado de la quitina, es del tipo β (1 \rightarrow 4) glicosídicos, está compuesto de unidades estructurales: la N-acetil-D-glucosamina y la D-glucosamina, es soluble en medios ácidos (Sánchez et al., 2017)

Variable dependiente: Remoción de sulfatos en las aguas residuales

La remoción de sulfatos es un tratamiento por el cual se elimina contaminantes del agua usando procedimientos físicos, químicos o biológicos eliminando así estas sustancias que puedan dañar la flora y fauna, (Medina, 2018)

En el Anexo N° 1, se observa la matriz de operacionalización de las variables dependiente e independiente.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población de la presente investigación fue conformada por las aguas residuales industriales que se generan en una fábrica de acumuladores de baterías, el volumen diario que opera la planta es de 25 m³, con un flujo de 2.5 a 3 m³/h una industria que se dedica a la fabricación de baterías, estos dispositivos que contienen en sus celdas óxidos de plomo y ácido sulfúrico el cual crean energía eléctrica de la transformación química (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2022), ubicada en el distrito de Independencia, provincia de Lima.

La muestra tomada para la investigación fue de 20 litros de aguas residuales industriales de baterías recogidas una fábrica de acumuladores de baterías con los permisos correspondientes.

La técnica del muestreo en esta investigación fue no probabilística, teniendo en cuenta la resolución ministerial 00271-2020-PRODUCE; que aprueba el protocolo de monitoreo para los efluentes líquidos de las industrias. (MINAM, 2022)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Ibarra (2021) mediante la observación se puede obtener las distintas características sin tener que llegar a tener contacto con las muestras proporcionadas, ya que estos elementos permiten evaluarlos de forma cuantitativa.

Para la recolección de datos, los instrumentos que se utilizaron son las fichas que ayudaron con la información de esta investigación.

- Ficha 1: Hoja de cadena de custodia que se empleó al momento de llevar las muestras de agua al laboratorio en la cual se tomó información relacionadas a características del lugar de muestreo (puntos UTM, localidad, distrito, provincia) información relacionada a la persona que realiza el muestreo, fecha, volumen del agua y código de la muestra, título del proyecto del proyecto de investigación, número de frasco.
- Ficha 2: Características del quitosano, se tomó los datos de los responsables del estudio, título del proyecto, nombre del polímero natural, pureza, color, pH, temperatura, procedencia, fecha de compra,
- Ficha 3: Características físicas del agua residual industrial, se tomó los datos de los responsables del estudio, la temperatura, conductividad eléctrica, color, turbidez.
- Ficha 4: Características químicas del agua residual industrial, como son el pH, sulfatos, DBO, DQO, dosis del quitosano, código, título de la tesis, responsables del estudio y datos del laboratorio. (Anexo N° 2)

Por otro lado, Ibarra (2021) mencionó que la validez del instrumento hace relación al valor en que el instrumento efectivamente evalúa el dominio de los aspectos metodológicos que se requiere estudiar. Para la presente investigación la validez fue dimensionada por la utilidad de los instrumentos con la finalidad de recolectar los resultados de las dimensiones, para luego ser analizados y revisados por un grupo de especialistas en el tema.

Los especialistas en el tema que validaron los instrumentos fueron los siguientes expertos:

- Dr.: Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales
- Dr.: Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
- Dr. Pedro Gregorio Mamani Pichihua

3.4.1 Confiabilidad

Considerando las características de nuestra investigación, se realizó el análisis de confiabilidad el cual se elaboró un instrumento diseñado para evaluar las características del tema a estudiar, utilizando fichas como instrumentos de recolección de datos (Rivera y Flores, 2017) evidenciando así las pruebas experimentales a las mismas muestras de agua residual obtenida para que los resultados sean congruentes y convincentes con los diversos métodos y técnicas aplicadas (Ibarra, 2021), en nuestro caso el promedio de índice de calidad de parte de los docentes que evaluaron nuestras fichas es de 87% como se puede ver en el cuadro del (Anexo N° 3)

- Se tomó en cuenta evaluar las condiciones iniciales de las aguas residuales, características físicas, químicas y concentración de sulfatos de las aguas antes del tratamiento.
- Se detalló las características físicas, químicas y la concentración de sulfatos de las aguas residuales post tratamiento.
- Se detalló de forma precisa la información que se desea saber para realizar el experimento

3.5. Procedimientos

En la Figura 1 se presenta el procedimiento general que se siguió para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

La presente investigación se desarrolló prosiguiendo las siguientes fases:

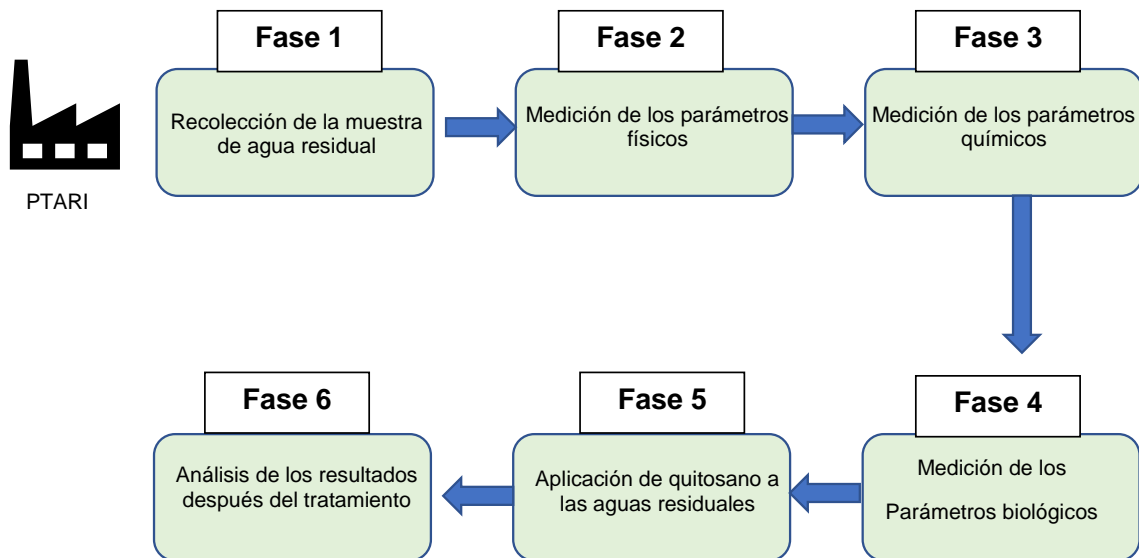


Figura 1. Fases del proceso de investigación

Fase 1: Recolección de la muestra del agua residual industrial en la entrada de la PTARI.

La recolección de la muestra se realizó considerando la resolución ministerial 00271-2020-PRODUCE, esta norma aprueba los registros del protocolo de monitoreo de los efluentes líquidos industriales, en el distrito de Ventanilla existen aproximadamente 7 fábricas de baterías, dichas aguas residuales se obtuvieron de una de ellas. Los materiales y equipos que se utilizaron fueron:

- Guantes quirúrgicos
- Baldes de 20 litros
- Jeringas milimetradas
- Libreta de apuntes
- Cámara digital
- Etiquetas para la rotulación
- Marcador indeleble
- Frasco de vidrio de 1 litro
- Frasco de plástico de 1 litro

- Tiras de pH
- pHmetro
- Hoja de cadena de custodia
- Reactivos DPD
- Jeringas

Seguidamente se tomó 20 litros de agua residual industrial en la planta de tratamiento, el punto de muestreo se realizó en la cámara de elevación, donde estos efluentes están sin ningún tipo de tratamiento, para ello se usó un balde de 20 L, el cual se introdujo una cuerda atada a un recipiente, usando guantes quirúrgicos, donde se realizó la medición de pH y temperatura insitu, para posteriormente llevarlo al laboratorio de la Universidad César Vallejo - Lima norte para los análisis iniciales respectivos.

Fase 2. Medición de los parámetros físicos del agua; se analizó la turbidez el cual se midió con el turbidímetro, la temperatura, la conductividad eléctrica y el color, se midió con el multiparámetro y colorímetro que cuenta el laboratorio de la Universidad.

Fase 3. Medición de los parámetros químicos del agua; en esta fase se midió el pH con el pH metro y para la medición de la concentración de sulfatos se utilizó el equipo DR 900 en marca HACH, dicho equipo fue calibrado previamente, para ello se extrae 200 mL de agua residual industrial en un vaso de precipitado, se limpia el vial con agua destilada para la preparación del blanco, la cantidad de 10mL el cual es mezclada con agua destilada, luego se lleva el blanco a cero para después tomar la medición con el reactivo DPD en un lapso de 5 min se vuelve a tomar la muestra y se obtiene el resultado en ppm.

Fase 4. Medición de los parámetros biológicos; En este procedimiento se usó el multiparámetro, para lo cual los equipos a usar fueron calibrados previamente antes de analizar las muestras.

1. Para el análisis de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5) se utilizaron los siguientes materiales:

- Una fiola de 1000 mL
- 2 frascos Winkler de 300 mL
- El equipo multiparámetro con sonda de oxígeno disuelto.
- Una fiola de 50 mL
- Una fiola de 100 mL

Una vez con los reactivos listos se preparó una solución amortiguadora en la fiola mezclando con fosfato monopotásico de 0.43 gr. a esto se le añadió fosfato dipotásico 1.08 gr y también fosfato disódico deshidratado con medida de 3.61 gr. finalmente se mezcló también cloruro de amonio 0.085 gr. a esto se le añadió agua destilada que alcance 50 mL.

Se preparó la solución de sulfato de magnesio con 1.125 gr en una fiola agregándole agua destilada hasta los 50 mL.

Seguidamente se preparó otra solución en donde se colocó en la fiola 1.375 g de cloruro de calcio, esto se disolvió con agua destilada hasta alcanzar los 50 mL y por último se preparó en una fiola una solución de cloruro férrico con 0.025 g a donde también se añade 100 mL de agua destilada.

Se verifica el nivel de contaminantes de la muestra del agua, el olor, el color y los diferentes parámetros que lo contienen:

- En 1 mL: concentraciones altas
- En 10 mL: concentraciones bajas

Se utilizó una fiola de 1000 mL, para realizar la mezcla de las soluciones antes mencionadas, pero en medidas 2 mL se añadió agua destilada, una vez mezclado se llevó la solución a unos frascos winkler sin nada de burbujas, se hizo la medición de uno de los frascos y el otro frasco se introdujo a una incubadora para su respectiva lectura este horno es calibrado a 21°C para dentro de 5 días obtener resultados, la fórmula aplicada es:

$$DBO5 \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{OD\ inicial - OD\ Final}{factor\ de\ dilución} \quad \text{Ecuación 2 (KASALAB, 2017)}$$

$$\text{factor de dilución} = \frac{\text{Volumen de la Muestra}}{\text{volumen de la fiola}} \quad \text{Ecuación 3 (KASALAB, 2017)}$$

2. Para la medición de la Demanda Química del Oxígeno (DQO) se preparó en una fiola de 1000 mL en una solución de digestión.

Para la solución de digestión en una fiola de 1000 mL, se mezcló 2.0432 gr de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ antes de eso se secó por dos horas a 103°C , se añadió 33.4mL de H_2SO_4 y 3.3 gr de HgSO_4 .

Seguidamente para el ácido sulfúrico se preparó en una fiola de 100 mL, 0.55 gr de AgSO_4 enrazado con H_2SO_4 puro.

Para el patrón se pesó 0.85 gr de Ftalato de Hidrogeno de Potasio, el cual fue secado durante 2 horas, la mezcla dio como resultado un DQO de $1000 \mu\text{g O}_2/\text{L}$.

Se pesó 0.425 gr de Ftalato de Hidrogeno de Potasio por 2 horas, la mezcla dio como resultado un DQO de $500 \mu\text{g O}_2/\text{L}$. Para este ensayo se utilizaron los siguientes materiales:

- Un espectrofotómetro UV – Visible.
- Los tubos de ensayo.
- Un reactor de DQO.
- Fiolas de 100 mL.
- Fiolas de 50 mL

Las pruebas se realizaron asesorado por el especialista, en donde se buscó estándares en dosis de 50, 100, 200 $\mu\text{gO}_2/\text{L}$.

- Partiendo de una solución de $500 \mu\text{gO}_2/\text{L}$ de DQO, se tomó 5 mL de esta solución y se llevó a un balón aforado clase A de 50 mL en donde se le añadió agua destilada
- Partiendo de una solución de $500 \mu\text{gO}_2/\text{L}$ de DQO, se utilizó 10 mL de esta solución que fue llevado a un balón aforado clase A de 50 mL en donde se le añadió agua destilada, obteniendo así un estándar de $100 \mu\text{gO}_2/\text{L}$ de DQO.
- Partiendo de una solución de $500 \mu\text{gO}_2/\text{L}$ de DQO, se utilizó 20 mL de esta solución que fue llevado a un balón aforado clase A de 50 mL en donde se

le añadió agua destilada, obteniendo así un estándar de 200 $\mu\text{gO}_2/\text{L}$ de DQO.

- Partiendo de una solución estándar de 50 $\mu\text{gO}_2/\text{L}$ de DQO, se utilizó 5 mL de esta solución y se llevó a un balón aforado clase A de 50 mL en donde se le añadió agua destilada, obteniendo así un preparado estándar de 5.0 $\mu\text{gO}_2/\text{L}$ de DQO.

Para analizarlos se utilizó una ampolla de 10 mL y se añadió las dosis que se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 1. Dosis de reactivo a aplicar en las muestras de agua

Vaso de digestión	Muestra mL	Solución de digestión mL	Reactivo ácido sulfúrico mL	Volumen total mL
16x100 mm	2.5	1.5	3.5	7.5
20x150 mm	5	3	7	15
25x150 mm	10	6	14	30
Ampollas estándar 10 mL	2.5	1.5	3.5	7.5

Se colocó las ampollas en el horno precalentado a 150°C y se sometió a reflujo durante un tiempo de 2 hrs. posteriormente se dejó refrigerar a temperatura ambiente y se procedió a dar lectura los resultados de la siguiente manera.

Se invirtió las muestras de agua ya enfriadas, el blanco y los patrones varias veces y se dejó que los sólidos se depositen previa medición de la absorbancia quitándose los sólidos que se adhieren a la pared del envase mediante agitaciones y golpes suaves.

En ese sentido se colocó la ampolla en dirección de la luz del espectrómetro que estaba calibrado a 600 nm. Se observó la absorbancia y compara con la curva de calibración

Fórmula:

$$ROQ \text{ en } mg \text{ O}_2/l = \frac{mgO_2 \text{ en el Volumen final } \times 1.000}{ml \text{ de muestra}}$$

Ecuación 4 (KASALAB, 2017)

Fase 5. Aplicación del quitosano; este coagulante se adquirió mediante la compra de un proveedor la cantidad de 500 mL para luego ser usadas en las aguas residuales industriales con las dosis definidas en el presente estudio, se utilizó la prueba de jarras después de analizar los parámetros iniciales, se utilizó 6 vasos de precipitado de 1000 mL en la cual en cada vaso se llenó las muestras de agua residual industrial; después se procedió a medir y elaborar las dosis de quitosano, mediante la prueba de jarras en el mismo laboratorio, debido a que la capacidad de los instrumentos del laboratorio es solo de 6 vasos de precipitado, se dosificaron en dosis de 325, 312.5, 308.3, 306.25, 305,304.17 g/L, respectivamente, para analizar la remoción mediante el test de prueba de jarras en una agitación de 290 x 1 RPM, 100 x 15 RPM y 40 x 30 RPM, luego estas muestras fueron sometidas a una medición de sulfatos en el medidor fotométrico, para analizar el porcentaje de remoción final.

Fase 6: Análisis de los resultados de las muestras del agua residual industrial; después del tratamiento se analizaron los valores tomados de la calidad de la muestra del agua, luego de la agitación, en el caso de la medición de los sulfatos se utilizó un equipo electrónico, al cual se añadió los reactivos DPD del cual se obtienen los resultados de los sulfatos finales.

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos de aquellas muestras iniciales y finales, diferenciando los niveles obtenidos con estas tecnologías modernas de dosificación de polímeros naturales; teniendo como resultado que la mayor eficiencia de remoción se logró con la aplicación de quitosano. se procedió a realizar los análisis mediante el programa Excel, el pre y post tratamiento con quitosano, así como la comparación con los límites máximos permisibles.

3.6. Método de análisis de datos

Conforme a (Cadena et al., 2017) para realizar el análisis cuantitativo se usó la estadística descriptiva, para mostrar la realidad se usaron tablas, gráficos, además de la interpretación de los resultados del antes y después de la aplicación de quitosano con el Software Excel, SPSS, este último mediante el análisis Shapiro-Wilk.

3.7. Aspectos éticos

Cumpliendo con lo establecido en la Ley Universitaria N°30220 en su artículo 45, este trabajo se realiza con las exigencias establecidas en cuanto a la aplicación del software turnitin, el correcto citado con norma ISO-690, para evitar problemas de autenticidad y derechos de autor, además de ser elaborada y declarada con total originalidad, respetando lo establecido en la guía de elaboración del trabajo de investigación de tesis de la universidad Cesar Vallejo, aprobada por la RVI N° 110-2022-VI UCV.

IV. RESULTADOS

A fin de obtener los resultados de la investigación, se inició verificando las características físicas, químicas y biológicas antes y después del tratamiento con quitosano, las cuales fueron llevadas al laboratorio de la Universidad César Vallejo.

Tabla 2. Parámetros físicos, químicos y biológicos iniciales de las muestras de agua antes del tratamiento.

Parámetro	Resultado	LMP
Temperatura (°C)	19.7	35
Conductividad eléctrica (µs/cm)	930	-
Turbidez (NTU)	1594	-
Color (OCU)	724	-
DBO (mg/L)	786	500
DQO (mg/L)	1253	1500
pH	6.46	6-9
Sulfatos (mg/L)	1580	1000

En la Tabla 2 se observó los resultados iniciales el cual la temperatura obtuvo un valor de 19.7°C, conductividad eléctrica 930 µs/cm, turbidez 1594 NTU, color 724 PCU, DBO 768 mg/L, DQO mg/L, pH 6.46 y sulfatos se tuvo 1580 mg/L, en comparación con los LMP con los efluentes de curtiembres.

En cuanto a las características del quitosano tuvo la procedencia de la industria Quiplast el día 15 de junio del año 2022; su peso fue de 150g, color blanco, su pH 6.19, la temperatura 19°C, con densidad de 0.30 g/mL, los cuales se obtuvieron mediante el equipo de pHmetro marca Hanna, realizado en la Universidad Cesar Vallejo (Anexo N° 4)

4.1 Parámetros físicos de las aguas residuales, después de ser tratadas con quitosano.

En la Tabla 3 se puede apreciar los nuevos valores de la temperatura de las aguas residuales industriales, después de haber sido tratadas con quitosano en un litro de agua en sus diferentes dosis.

Tabla 3. Parámetros de temperatura (°C) post tratamiento con quitosano.

Dosis quitosano (g/L)	Temperatura (°C) Inicial	Temperatura (°C) Final			
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio (°C)
325	19.7	19.9	19.9	20.1	20.0
312.5	19.7	19.9	20.1	20.1	20.0
308.3	19.7	19.9	19.9	20.2	20.0
306.25	19.7	20.1	20.2	20.2	20.2
305	19.7	20.1	20.2	20.2	20.2
304.17	19.7	20.1	20.1	20.2	20.1
Promedio	19.7				20.1

En la Tabla 3 se estima que la temperatura se ha elevado ligeramente con respecto a su análisis inicial, con la dosis de 305 g/L se elevó de 19.7°C a 20.2°C, en cambio con la dosis de 325 g/L solo sufrió una leve elevación de 19.7°C a 20°C. en promedio general se elevó a 20.01°C.

En la Tabla 4 se muestran los valores del parámetro de conductividad eléctrica, después de haberse tratado con quitosano

Tabla 4. Parámetros de conductividad eléctrica (µs/cm) post tratamiento con quitosano

Dosis quitosano g/L	Conductividad eléctrica inicial ($\mu\text{s/cm}$)	Conductividad eléctrica ($\mu\text{s/cm}$)			
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio ($\mu\text{s/cm}$)
325	930	1012	1010	1015	1012.3
312.5	930	1018	1021	1018	1019.0
308.3	930	1103	1107	1107	1105.7
306.25	930	1139	1145	1149	1144.3
305	930	1184	1191	1196	1190.3
304.17	930	1216	1224	1231	1223.7
Promedio	930				1115.9

En la Tabla 4 se observó que la conductividad eléctrica se elevó con respecto a su análisis inicial, el más notable destaca con la dosis 304.17 g/L, el cual elevó de 930 $\mu\text{s/cm}$ a 1223.7 $\mu\text{s/cm}$, el siguiente es la dosis de 305 g/L, al elevar de 930 $\mu\text{s/cm}$ a 1190.3 $\mu\text{s/cm}$, el nivel más bajo se obtuvo con la dosis de 325 g/L que solo se obtuvo de 1012.3 $\mu\text{s/cm}$.

En la Tabla 5 se muestra los datos del parámetro de turbidez del agua residual industrial después del tratamiento con quitosano.

Tabla 5. Parámetros de turbidez (NTU) post tratamiento con quitosano.

Dosis quitosano (g/L)	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez final (NTU)			
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio (NTU)
325	1594	418	415	411	414.7
312.5	1594	402	398	398	399.3
308.3	1594	404	401	404	403.0
306.25	1594	321	318	322	320.3
305	1594	421	426	421	422.7
304.17	1594	462	468	465	465.0
Promedio	1594				404.2

En la Tabla 5 se identificó que la turbidez con la dosis de 306.25 g/L obtuvo una reducción óptima de 1524 a 320.3 NTU, con la dosis de 304.17 g/L tuvo leve reducción de 1594 NTU se redujo a 465 NTU. El promedio del post tratamiento en turbidez es de 404.2 NTU.

En la Tabla 6 se muestra los resultados con respecto al color, obtenidos en el experimento, el cual se analizó en el tratamiento de las aguas residuales industriales con quitosano.

Tabla 6. Parámetros de color (PCU) post tratamiento con quitosano

Dosis quitosano (g/L)	Color inicial (PCU)	Color Final (PCU)			Promedio (PCU)
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
325	724.0	246.0	242.0	242.0	243.3
312.5	724.0	233.0	233.0	231.0	232.3
308.3	724.0	237.0	239.0	235.0	237.0
306.25	724.0	206.0	204.0	204.0	204.7
305	724.0	272.0	270.0	272.0	271.3
304.17	724.0	281.0	283.0	285.0	283.0
Promedio	724.0				245.3

En la Tabla 6 se observó el valor inicial del color que fue 724 PCU reduciéndose en promedio a 245.3 PCU, la mayor reducción se obtuvo con la dosis 306.25 g/L, iniciando un color de 724 PCU se redujo a 204.7 PCU y la menor reducción fue con la dosis 304.17 que redujo a 283 g/L.

4.2. Sulfatos presentes antes y después de ser tratadas con quitosano.

En la siguiente Tabla 7 se muestra los resultados con respecto a los sulfatos, obtenidos en el experimento, el cual se analizó en el tratamiento de las aguas residuales industriales con quitosano.

Tabla 7. Concentración de sulfatos, post tratamiento con quitosano.

Dosis polímero g/L	Sulfato inicial mg/L	Sulfato final (mg/L)			Promedio mg/L
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
325	1580	480	460	430	457
312.5	1580	360	380	420	387
308.3	1580	250	200	350	267
306.25	1580	420	390	380	397
305	1580	340	220	500	353
304.17	1580	490	430	440	453
Promedio	1580				386

En la Tabla 7 se observó que el sulfato se redujo en todos los tratamientos, con la dosis 308.3 g/L, se redujo de 1580 mg/L a 267 mg/L, el más bajo fue de 457 mg/L de reducción, que se obtuvo con dosis de 325 g/L, en general se alcanzó una reducción de 383 mg/L.

Se realizó mediciones de pH del agua a fin de verificar en qué condiciones trabajaba el quitosano. En la Tabla 8 se muestra los resultados del pH en las aguas residuales post tratamiento con quitosano.

Tabla 8. El pH del agua residual, post tratamiento con quitosano

Dosis polímero g/L	pH Inicial	pH final			Promedio pH
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
325	6.5	7.1	7.1	7.2	7.1
312.5	6.5	7.3	7.3	7.3	7.3
308.3	6.5	7.3	7.3	7.4	7.3
306.25	6.5	7.6	7.7	7.7	7.6
305	6.5	8.2	8.2	8.2	8.2
304.17	6.5	8.8	8.8	8.7	8.8
Promedio	6.5				7.7

En la Tabla 8 se identificó que el pH se elevó en promedio 7.7 en todos los tratamientos y repeticiones, asimismo el agua alcanzó a pH neutros-alcalinos. La dosis 304.17g/L elevó el pH hasta 8.8 mientras que la dosis de 325 g/L elevó a 7.1 g/L.

4.3 Parámetros químicos de las aguas residuales, post tratamiento con quitosano.

En la Tabla 9 se muestran los parámetros de la DBO de las aguas residuales obtenidos después del tratamiento con quitosano.

Tabla 9. Demanda biológica de oxígeno (DBO) post tratamiento con quitosano.

Dosis polímero g/L	DBO inicial (mg/L)	DBO final (mg/L)			Promedio (mg/L)
		Repeticón 1	Repeticón 2	Repeticón 3	
325	786	351	355	349	351.67
312.5	786	568	365	365	432.67
308.3	786	311	315	318	314.67
306.25	786	307	304	310	307.00
305	786	315	317	315	315.67
304.17	786	318	318	320	318.67
Promedio	786				340.06

En la Tabla 9 se muestra los resultados de la demanda biológica de oxígeno, donde con la dosis de 306.25 g/L, se logró una reducción de 786 a 307 mg/L, seguido de la dosis de 308.3 g/L que redujo a 314.67 g/L y el más leve cambio fue con la dosis de 312.5 g/L que redujo a 432.67 g/L.

En la Tabla 10 se muestran los parámetros de la Demanda Química de Oxígeno post-tratamiento con quitosano.

Tabla 10. Demanda química del oxígeno (DQO) post tratamiento con quitosano.

Dosis quitosano g/L	DQO inicial mg/L	DQO final (mg/L)			Promedio (mg/L)
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
325	1253	624	627	623	624.67
312.5	1253	633	638	635	635.33
308.3	1253	617	615	617	616.33
306.25	1253	606	601	603	603.33
305	1253	613	611	613	612.33
304.17	1253	619	622	625	622.00
Promedio	1253				619.00

En la Tabla 10 se observó que la dosis de 306.25 g/L, inicialmente a una concentración de 1253 mg/L el nivel de requerimiento de DQO fue de 603.33 mg/L seguidamente con la dosis de 305 g/L redujo a 612.33 mg/L.

4.4 Porcentaje de remoción de sulfatos, post tratamiento con quitosano

Para el cálculo de porcentaje de remoción de sulfatos de las aguas residuales se usó la siguiente formula:

$$\% \text{ de remoción} = \frac{M1-M2}{M1} \times 100\% \quad \text{Educación 5 (Meneses, Patiño y}$$

Betancur, 2018)

Donde:

M1= Muestra sulfato inicial

M2= Muestra sulfato final

En la Tabla 11 se muestra el porcentaje de remoción de sulfatos en aguas residuales post tratamiento con quitosano.

Tabla 11. Porcentaje de remoción de sulfatos, post tratamiento con quitosano

Trat.	Dosis quitosano g/L	Sulfato inicial mg/L	Sulfato final promedio mg/L	Remoción %
1	325	1580	457	71.1
2	312.5	1580	387	75.5
3	308.3	1580	267	83.1
4	306.25	1580	397	74.9
5	305	1580	353	77.6
6	304.17	1580	453	71.3
Promedio		1580	386	75.6

En la Tabla 11 se observó en la prueba 3 a una de dosis 308.3 g/L, se logró el mayor porcentaje de remoción con 83.1%, al disminuir la concentración inicial de 1580 mg/L de sulfato, a 267 mg/L, seguidamente con la prueba 5, que alcanza 77.6%, el porcentaje de menor remoción fue en la prueba 1 al alcanzar 71.1%, la tabla con todos los resultados mostrados nos indica un promedio de 75.6% de remoción de sulfatos.

En la Figura 2 se muestra el porcentaje de remoción alcanzado en el tratamiento con quitosano.

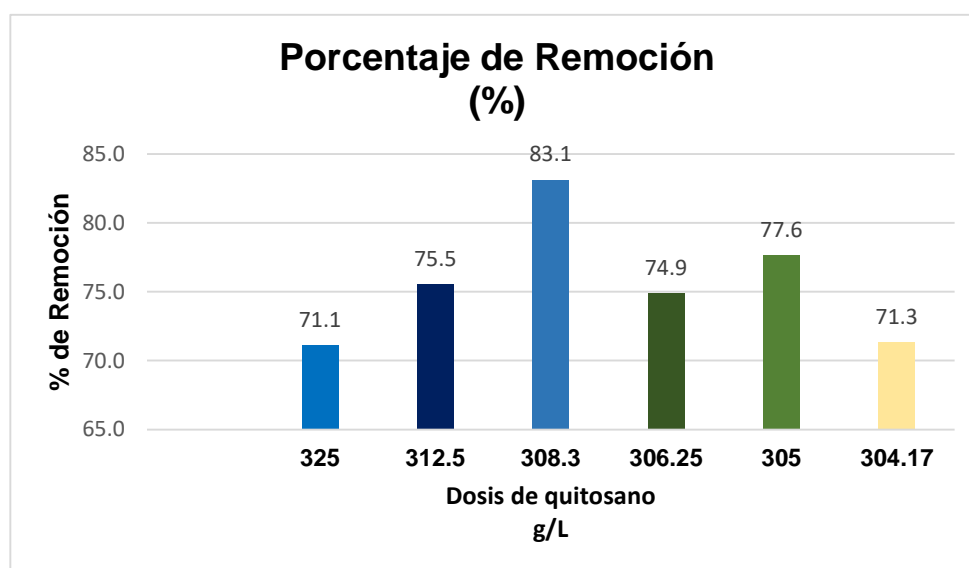


Figura 2. Porcentaje de remoción de sulfatos del agua residual, post tratamiento con quitosano

En la Figura 2 se muestra el mayor porcentaje de remoción que se alcanzó en la tercera prueba a una dosis de 308.3 g/L, seguidamente con la quinta prueba de 305 g/L que alcanzó 77.6 mg/L.

En la Figura 3 se muestra el coeficiente de relación entre el sulfato final y el pH final, obtenidos con el post tratamiento con quitosano.

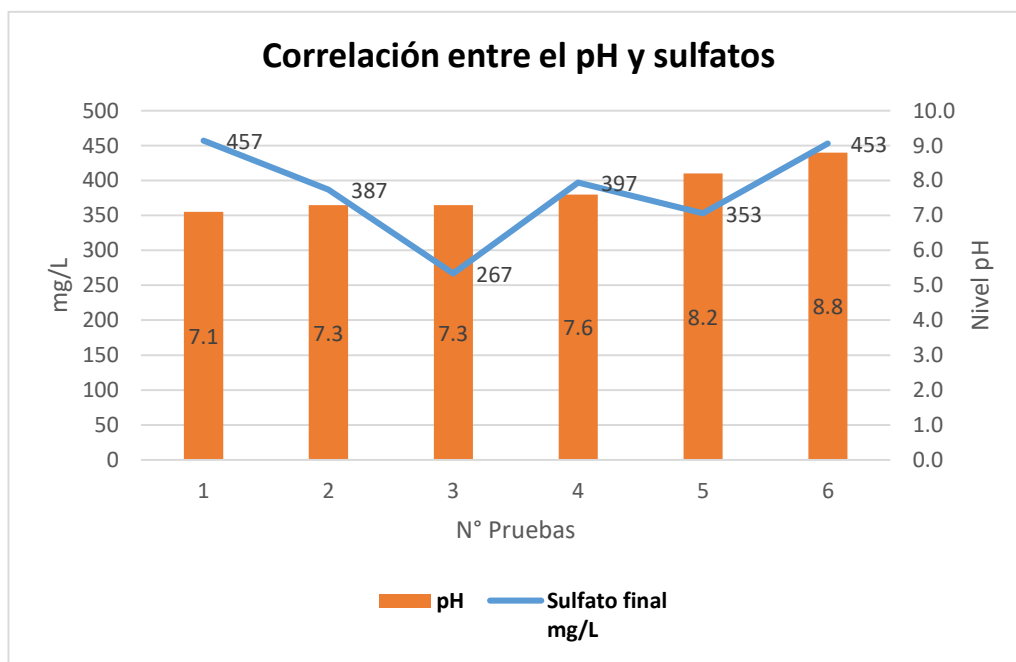


Figura 3. Correlación entre el pH y los sulfatos después del post tratamiento con quitosano

En la Figura 3 se observó que existe mínima relación entre el pH y los sulfatos, esto queda demostrado al obtener 0.07 de coeficiente de determinación, sin embargo, se puede destacar que en el tratamiento 6, se tuvo un ligero incremento del pH de 8.8, esto elevó el nivel de sulfato a 453 mg/L.

:

Resultado del análisis estadístico para la prueba de hipótesis general

En la siguiente tabla se muestra se empleó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos.

Tabla 12. Prueba de normalidad a los parámetros estudiados con análisis Shapiro-Wilk

	Kolmogórov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	Estadístico	L	g	Si g.	Estadístico	L	g	Si g.
Dosis (mL)	,130		1,9	,200*	,938		1,9	,245
Temperatura (° C)	,297		1,9	,000	,821		1,9	,002
Conductividad eléctrica (µs/cm)	,195		1,9	,056	,919		1,9	,111
Turbidez (NTU)	,446		1,9	,000	,378		1,9	,000
Color (PCU)	,396		1,9	,000	,451		1,9	,000
DBO (mg/L)	,392		1,9	,000	,410		1,9	,000
DQO (mg/L)	,487		1,9	,000	,305		1,9	,000
pH	,206		1,9	,033	,902		1,9	,053
Sulfatos (mg/L)	,376		1,9	,000	,523		1,9	,000

Límite inferior de la significación verdadera.

Corrección de significación de Lilliefors.

Al tratarse de una muestra menor a 50 datos, se procedió a evaluar la prueba de Shapiro - Wilk para determinar la normalidad de los datos, teniendo que:

Si, $p > 0.05$ aceptamos H_0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H_0 y se acepta H_1

H_0 : Los datos presentan una distribución normal; entonces se aplicarán pruebas paramétricas

H_1 : Los datos no presentan una distribución normal; entonces se aplicarán pruebas no paramétricas

Únicamente en dosis y en conductividad eléctrica se obtuvo una prueba p mayor a 0.05, mientras que en los demás valores se obtuvo una significancia menor a 0.05; por lo que los datos no presentan una distribución normal; es decir que se aplicarán las pruebas no paramétricas correspondientes.

En la siguiente Tabla 13 se realizó las comparaciones de medias entre grupos con pruebas Kruskal Wallis.

Tabla 13. Comparación de medias entre grupos con pruebas Kruskal Wallis.

	Temperatura (° C)	Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Turbidez (NTU)	Color (PCU)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	Sulfatos (mg/L)
Chi-cuadrado	9,720	17,652	17,499	17,683	17,061	17,357	17,668	11,9216
Sig. asintótica	,137	,007	,008	,007	,009	,008	,007	,064

a) Prueba de Kruskal Wallis

b) Prueba de agrupación dosis mL

Se realizó la prueba de Kruskal Wallis; teniendo que:

Si, $p > 0.05$ aceptamos H_0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H_0 y se acepta H_1

H0: No existe diferencia significativa entre las medias de los grupos

H1: Existe diferencia significativa entre las medias de los grupos

Para los parámetros de temperatura y sulfatos el valor p es mayor a 0.05, Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Por lo que se puede afirmar que si existe diferencia significativa entre las medias de los grupos temperatura y sulfatos clasificados por el parámetro dosis.

Para los parámetros de conductividad eléctrica, turbidez, color, DBO, DQO y pH el valor p es menor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Por lo que, se puede afirmar que no existe diferencia significativa entre las medias de los grupos clasificados por el parámetro dosis.

Tabla 14. Correlación con la temperatura (°C) post tratamiento con quitosano

			Dosis (mL)	Temperatura (° C)
Rho de Spearman	Dosis (mL)	Coeficiente de correlación	1,000	,630**
		Sig. (bilateral)	.	,004
	Temperatura (° C)	N	19	19
		Coeficiente de correlación	,630**	1,000
		Sig. (bilateral)	,004	.
		N	19	19

La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Si, $p > 0.05$ aceptamos H0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H0 y se acepta H1

H0: No existe relación significativa entre la dosis y la temperatura

H1: Existe relación significativa entre la dosis y la temperatura

El resultado del p valor (Sig = 0.004) es menor al valor de significancia 0.05, por ello se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1); por tanto, existe una relación significativa entre la dosis y la temperatura.

Así mismo el coeficiente de correlación de Rho Spearman es igual a 0.630 lo que significa que existe una correlación alta.

Tabla 15. Correlación con la conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) post tratamiento con quitosano

		Dosis (mL)	Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
Rho de Spearman	Dosis (mL)	1,000	,990**
		Sig. (bilateral)	,000
		N	19
	Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	,990**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000
		N	19

La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

Si, $p > 0.05$ aceptamos H_0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H_0 y se acepta H_1

H_0 : No existe relación significativa entre la dosis y la conductividad

H_1 : Existe relación significativa entre la dosis y la conductividad.

El resultado del p valor (Sig = 0.000) es menor al valor de significancia 0.05, por ello se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1); por tanto, existe una relación significativa entre la dosis y la conductividad.

Así mismo, el coeficiente de correlación de Rho Spearman es igual a 0.990 lo que significa que existe una correlación muy alta.

Tabla 16. Correlación con la turbidez del agua, post tratamiento con quitosano

			Dosis (mL)	Turbidez (NTU)
Rho de Spearman	Dosis (mL)	Coefficiente de correlación	1,000	,250
		Sig. (bilateral)	.	,301
		N	19	19
	Turbidez (NTU)	Coefficiente de correlación	,250	1,000
		Sig. (bilateral)	,301	.
		N	19	19

Si, $p > 0.05$ aceptamos H_0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H_0 y se acepta H_1

H_0 : No existe relación significativa entre la dosis y la turbidez

H_1 : Existe relación significativa entre la dosis y la turbidez

El resultado del p valor (Sig = 0.301) es mayor al valor de significancia 0.05, por ello se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_1); por tanto, no existe una relación significativa entre la dosis y la turbidez.

Tabla 17. Correlación con el color del agua residual, post tratamiento con quitosano

			Dosis (mL)	Color (PCU)
Rho de Spearman	Dosis (mL)	Coefficiente de correlación	1,000	,256
		Sig. (bilateral)	.	,291
		N	19	19
	Color (PCU)	Coefficiente de correlación	,256	1,000
		Sig. (bilateral)	,291	.
		N	19	19

Si, $p > 0.05$ aceptamos H_0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H_0 y se acepta H_1

H0: No existe relación significativa entre la dosis y el color

H1: Existe relación significativa entre la dosis y el color.

El resultado del p valor (Sig = 0.291) es mayor al valor de significancia 0.05, por ello se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alterna (H1); por tanto, no existe una relación significativa entre la dosis y el color.

Tabla 18. Correlación con el pH del agua, post tratamiento con quitosano

			Dosis (mL)	pH
Rho de Spearman	Dosis (mL)	Coeficiente de correlación	1,000	,991**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	19	19
	pH	Coeficiente de correlación	,991**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	19	19

La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Si, $p < 0.05$ rechazamos H0 y se acepta H1

Si, $p > 0.05$ aceptamos H0

H0: No existe relación significativa entre la dosis y el pH

H1: Existe relación significativa entre la dosis y el pH

El resultado del p valor (Sig = 0.014) es menor al valor de significancia 0.05, por ello se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1); por tanto, existe una relación significativa entre la dosis y el pH.

Así mismo, el coeficiente de correlación de Rho Spearman es igual a 0.991 lo que significa que existe una correlación muy alta.

Tabla 19. Correlación con los sulfatos del agua post tratamiento con quitosano

			Dosis (mL)	Sulfatos (mg/L)
Rho de Spearman	Dosis (mL)	Coeficiente de correlación	1,000	-,104
		Sig. (bilateral)	.	,672
		N	19	19
	Sulfatos (mg/L)	Coeficiente de correlación	-,104	1,000
		Sig. (bilateral)	,672	.
		N	19	19

Si, $p > 0.05$ aceptamos H_0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H_0 y se acepta H_1

H_0 : No existe relación significativa entre la dosis y los sulfatos

H_1 : Existe relación significativa entre la dosis y los sulfatos

El resultado del p valor (Sig = 0.672) es mayor al valor de significancia 0.05, por ello se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_1); por tanto, no existe una relación significativa entre la dosis y el sulfato.

Tabla 20. Correlación del DBO de las aguas residuales post tratamiento con quitosano

			Dosis (mL)	DBO (mg/L)
Rho de Spearman	Dosis (mL)	Coeficiente de correlación	1,000	-,571*
		Sig. (bilateral)	.	,011
		N	19	19
	DBO (mg/L)	Coeficiente de correlación	-,571*	1,000
		Sig. (bilateral)	,011	.
		N	19	19

La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral)

Si, $p > 0.05$ aceptamos H_0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H_0 y se acepta H_1

H_0 : No existe relación significativa entre la dosis y el DBO

H1: Existe relación significativa entre la dosis y el DBO

El resultado del p valor (Sig = 0.011) es menor al valor de significancia 0.05, por ello se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1); por tanto, existe una relación significativa entre la dosis y el DBO.

Así mismo, el coeficiente de correlación de Rho Spearman es igual a -0.571 lo que con lleva a que existe una correlación negativa moderada.

Tabla 21. Correlación entre la DQO de aguas residuales, post tratamiento con quitosano

			Dosis (mL)	DQO (mg/L)
Rho de Spearman	Dosis (mL)	Coefficiente de correlación	1,000	-,554*
		Sig. (bilateral)	.	,014
		N	19	19
	DQO (mg/L)	Coefficiente de correlación	-,554*	1,000
		Sig. (bilateral)	,014	.
		N	19	19

La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Si, $p > 0.05$ aceptamos H0

Si, $p < 0.05$ rechazamos H0 y se acepta H1

H0: No existe relación significativa entre la dosis y el DQO

H1: Existe relación significativa entre la dosis y el DQO

El resultado del p valor (Sig = 0.014) es menor al valor de significancia 0.05, por ello se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1); por tanto, existe una relación significativa entre la dosis y el DQO.

Así mismo, el coeficiente de correlación de Rho Spearman es igual a -0.554 lo que significa que existe en el proceso una correlación negativa moderada después del tratamiento.

V. DISCUSIÓN

Los parámetros físicos de las aguas residuales de la industria de baterías fueron evaluados antes y posterior a la aplicación del quitosano (objetivo específico 1). Se evaluó la temperatura, conductividad eléctrica, turbidez y color. En cuanto a la temperatura inicial llegó a 19.7°C y posteriormente a 20.1°C, contrario a lo que mostró (Najafloo y Mahsa, 2021) en su investigación con quitosano y algodón sulfonado, para demostrar su eficiencia en la remoción de plomo de aguas contaminadas, con el análisis FESEM, elevaron la temperatura a 47°C, obteniendo así 95% en la remoción de plomo y junto a ello lograron alcanzar una temperatura de 26°C posterior al tratamiento; (Pinargote y Vera, 2021) en su trabajo de remoción de plomo mediante polímeros naturales, de su temperatura inicial 19°C iniciales descendió a 20.93°C en su tratamiento 3 y algo similar en su tratamiento 2, en este estudio la temperatura depende en su mayoría del pH, porque cuando se tiene un pH mayor de 7.24 unidades, la temperatura aumenta y eso amerita que la población microbiana se mantenga estable.

Respecto a la conductividad eléctrica evaluado en el experimento con aguas residuales industriales, los resultados fueron favorables, ya que de 930 $\mu\text{s}/\text{cm}$ incremento sus valores en todos los tratamientos de test de prueba de jarras logrando un valor de 1115.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$, esto implica cuanto mayor sea la conductividad eléctrica se tendrá una mejor capacidad de solución para una buena conducción de la electricidad mediante los iones totales que estas aguas contienen. Estos resultados contradicen con el estudio de Pinargote y Vera (2021) ya que no tuvo ninguna varianza con respecto a la conductividad eléctrica, pues de 20 s/cm inicial con su postratamiento obtuvo igual resultado de 20 s/cm, esto debido a que no se encontraron sales, lo que indica que mientras más sales existe en el agua la conducción de la electricidad es mejor; entonces en nuestro estudio realizado se superó los valores establecidos.

La concentración inicial de la turbidez en las aguas residuales fue de 1594 NTU después del tratamiento con quitosano se redujo a 465 NTU al aplicar dosis de 304.17 g/L, inferior a lo obtenido por (Medina 2018) que también utilizó polímeros naturales y el mismo método, obtuvo 337.05 NTU y esta diferencia se debe a que en su estudio aplicó dos primeras pruebas más aparte del quitosano que fueron

extraídos del almidón de plátano y maíz el cual lograron una remoción más alta, en tanto (Santana y Monsalve, 2021) en su estudio que realizó mediante el *Ulex europaeus*, un arbusto leñoso; que se usó como coagulante natural para la eliminación y tratamiento de aguas sulfatadas, obteniendo así eficiencia en la turbidez del 40% a un pH 3 y dosis de solución coagulante de 6 mL, entonces podemos apreciar una diferencia elevada y el resultado fue menor porque para lograr una remoción de turbidez óptima el pH debe estar en un valor neutral, puesto que en agua ácida no se obtiene una buena floculación, por lo expresado (Khattabi, 2022) buscó disminuir la contaminación de aguas de las Almazaras, con tratamiento por coagulación, para lo cual usó la *moringa oleífera* como coagulante natural y resultó siendo más efectivo por lograr una remoción de turbidez de 93.33% demostrando así que la *moringa oleífera* es muy efectivo y aceptable en este tipo de tratamientos. Por otro lado, (Kastali et al., 2021) empleó el FeCl₃ al 30% para eliminar la turbidez de aguas industriales, logrando eliminar el 95% de la turbidez, sin embargo, este floculante es sintético y no es amigable con el medio ambiente. (Pinargote y Vera 2021) en el segundo tratamiento lograron una diferencia de turbidez de 28.39 a 39.96 NTU respectivamente. (Barkraouy, 2017) por su parte alcanzo 89.9% de eficiencia en su turbidez en su tratamiento 14. Finalmente tenemos a (Ruiz, 2020) que realizó una comparación entre los coagulantes sintéticos más utilizados en las industrias como el policloruro de aluminio y los coagulantes naturales extraídos de las semillas del aguacate y el mucílago del café obteniendo una remoción de 44.77% respecto a la turbidez y por otra parte el mucílago del café fue el polímero con mejores condiciones de tratamiento por presentar resultados permitiendo remover hasta el 64.29% de turbidez, respectos a (Ruiz, 2020) nuestro estudio tuvo diferencias en los porcentajes obtenidos diciendo que el quitosano tiene una mejor remoción en el tratamiento.

En cuanto al color tubo un valor inicial de 724 CPU y después de aplicar el quitosano se redujo a 245.28 CPU (66%); en comparación a (Bakraouy, 2017) en su estudio realizó el tratamiento en base a polímeros catiónicos como floculante y cloruro férrico como coagulante en dosis óptimas fueron 4.4g/L de coagulante 9.9 ml/L de floculante, de esto dio como resultado una eficiencia de remoción de 89.6 %, y esta diferencia es porque utilizó dos químicos orgánicos sintéticos el cual obtuvo un mejor resultado, pero la desventaja que estos floculantes son tóxicos

para salud y el medio ambiente en comparación con el polímero natural. Por ello también (Barreto, 2020) en su estudio presentó diversas plantas como coagulantes naturales así como el *Brachystegia eurycoma* para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una industria de pinturas, mediante una dosificación óptima de 5000 mg/L de *Brachystegia eurycoma* logró una remoción de 96.5% superando al estudio del quitosano, porque este polímero es más eficiente y también por la cantidad de dosificación; con respecto a (Ruiz, 2020) en su estudio realizado con polímeros extraídos de las semillas del aguacate y el mucílago del café, logró un 52.20% de eficiencia en el color.

Respecto al segundo objetivo específico relacionado a sulfatos, inicialmente el agua residual contenía 1580 mg/L; al aplicar el quitosano se observó resultados favorables con el tratamiento 3 (308.3 g/L de quitosano) que disminuyó el sulfato a valores promedios de 267 mg/L; Así tenemos a (Agudelo y Rodríguez 2019) utilizó la técnica de cavitación hidrodinámica a una concentración inicial de 1650 g/L de sulfato, obtuvo mejor resultado en el segundo tratamiento al reducir a 322.41 g/L a pH 14, el menor rendimiento fue en el primer tratamiento ya que se removió 11.48 g/L a pH 10.

Por otro lado, se evaluó el pH, observándose cambios, de un valor inicial de 6.5 valor que se encuentra en el rango de los límites máximos permisibles. (Salami y Mousavi, 2019) en su estudio de remoción de sulfatos mediante la nanoclinoptilolita lograron un 95% de efectividad, en condiciones de 9.51 de pH, pero al trabajar en valores alcalinos hay más concentración de metales pesados y sólidos suspendidos, en tanto (Santana y Monsalve, 2021) en su estudio hizo la demostración sobre el *Ulex europaeus*, un arbusto leñoso; teniendo una influencia de pH ácido 3, en la cual afectó la turbidez obteniendo un 40% en la remoción de turbidez; en comparación con nuestro estudio sobre el tratamiento con polímeros naturales, y como indica (Feria, 2020) en su estudio mediante polímeros naturales si hay una similitud de 5,6 y 7 de pH por ello se logró una remoción de 55,70 y 69% respectivamente, entonces se puede decir que el pH en el estudio del quitosano y de (Feria, 2020) mantuvieron en un nivel neutro y de acuerdo a ello lograron resultados positivos y no incrementaron los sulfatos en las aguas residuales.

La evaluación de los parámetros biológicos en los efluentes de la industria de fabricación de baterías, es parte del tercer objetivo específico. El DBO inicial fue de 786 mg/L y el valor mínimo aplicando el quitosano fue de 307 g/L, durante el post tratamiento 4 de test de prueba de jarras con la adición de 306.25 g/L de quitosano, se obtuvo una disminución en la demanda a 307 mg/L, los cuales son similares a los resultados de (Pinargote y Vera, 2021) donde en su estudio, utilizó polímeros obtenidos del exoesqueleto de los camarones y de cascarilla de arroz, en su prueba inicial obtuvo 40% de remoción y después de la aplicación con polímeros le arrojó un valor de 60%, esto indica que los microorganismos dentro de una población microbiana sobreviven a la cantidad de 500 mL, según los LMP; también por otro lado (Feria, 2020) en sus estudio donde presentó las características del quitosano para la depuración de aguas residuales, obtuvo un 91% de remoción después de los tratamientos y este porcentaje elevado es porque tiene valores distintos a nuestro estudio y eso se debe a la cantidad de dosificación de 4 y 8 mL que utilizó, también dependiendo del nivel de turbidez ayudó a tener una mayor reacción al quitosano.

Dentro de la determinación de los parámetros biológicos se evaluó los valores de DQO de los vertimientos de la PTARI en la industria de fabricación de baterías, antes del tratamiento con quitosano, obteniendo un valor inicial de 1253 mg/L, el cual se elevó a 619 mg/L, el cual equivale a un porcentaje de 50.3% en el tratamiento 4, con una dosis de 306.2 g/L de quitosano en 40 min, en general se tiene un promedio de 619 mg/L, al comparar estos resultados obtenidos con el estudio de (Bakraouy, 2017) que realizó el tratamiento de lixiviados utilizando polímeros catiónicos como floculante y cloruro férrico como coagulante, aplicando dosis óptimas de 4.4 g/L de coagulante y 9.9 ml/L de floculante, de esto dio como resultado una eficiencia de remoción de 94%, esta diferencia de porcentaje con nuestro estudio se debe a que los polímeros sintéticos tienen carga negativa y son aniónicos, que actúan más rápido y son eficientes en remover sólidos suspendidos, el modelo dosificación fue distinto aumentando la cantidad en masa. También (Khattabi, 2022) en su estudio buscó disminuir la contaminación de aguas utilizando la *moringa oleifera* como coagulante natural, obteniendo 90,39% de remoción, en DQO frente a 51.80% hay diferencia y es porque utilizaron la prueba de FISHER en su tratamiento y depende también la tipología de la planta *Moringa*

Oleifera que es muy efectivo para el tratamiento de las aguas residuales industriales. Por último (Feria, 2020) en su estudio presentó las características fisicoquímicas y estructurales del quitosano en el tratamiento de las aguas residuales grises, removiendo una remoción de 71% y esto depende porque el autor utilizó dosis de 0.3 y 0.6 mL en pH (3.5, 5.5 y 6) resultando ser efectivo que a pH ácido empleo menos cantidad de dosificación de polímeros naturales.

En cuanto al objetivo general que plantea remoción de los sulfatos, se tiene que en promedio se obtuvo 75.6%, la mayor remoción se obtuvo al aplicar 308.3 g/L de quitosano a las aguas, alcanzando 83.1% de remoción; (Fang y Tang, 2018) en su estudio sobre eliminación de iones de sulfatos lograron una remoción hasta 98 y 99%, a comparación del estudio del quitosano, se tiene una diferencia de 15, debido a que utilizaron el método de precipitación con la etringita que es el más adecuado para este tipo de tratamiento de aguas sulfatadas hasta niveles muy inferiores, también (Mousavi y Moosavian, 2017) en su estudio buscaron eliminar los iones de sulfatos procedentes de una central eléctrica, usando el método biológico de microalgas, donde lograron una remoción de 37%, por debajo de lo que nuestro trabajo alcanzó, esto se debe a que las microalgas tienen una tasa de crecimiento y una variación estacional bajas y por tanto no son predecibles en los tratamientos, asimismo (Agudelo y Rodríguez, 2019) en su estudio sobre la eliminación de sulfatos mediante la técnica de la cavitación hidrodinámica, lograron una remoción de 32% a comparación de los polímeros naturales, porque esta técnica es más aplicable a la eliminación de carga bacteriana en las aguas de recirculación en las industrias, también (Ahmadpour, 2020), mediante fotodegradación con polimérico nanocompuesto, logró reducir a 82.87% de remoción de sulfatos, a diferencia del estudio de quitosano hay una similitud, porque en su estudio tuvieron en cuenta el pH que se encuentre en el nivel básico, en tanto (Feria, 2020) utilizó el quitosano para la eliminación de sulfatos, logrando una remoción de entre 55 y 70% con una dosificación de 20 mg/L demostrando una mayor efectividad frente a los orgánicos frente a nuestro estudio, este estudio se trabajó a pH ácidos (3 a 5) ya que para lograr una remoción óptima de sulfatos se debe neutralizar estas aguas ácidas.

VI CONCLUSIONES

La dosificación con quitosano mejoró significativamente el porcentaje de remoción de sulfatos de las aguas residuales, logrando 75.6% en términos generales, siendo en su tratamiento 3 de 308.3 g/L, donde se logró mejores resultados alcanzando 83.1% de remoción.

La aplicación de quitosano determinó los valores positivos que se logran en los parámetros físicos de las aguas residuales, al mejorarle sus características iniciales, mostrando que en la temperatura inicial se tenía 19.70°C, ligeramente se elevó a 20.1°C, sin embargo, en otros parámetros como la conductividad eléctrica de 930 $\mu\text{s/cm}$ pasó a 1115.1 $\mu\text{s/cm}$; en turbidez con un valor de 1594 NTU, se redujo a 404.2 NTU.

La concentración de sulfatos disminuyó con la aplicación de quitosano de las aguas residuales industriales de 1580 mg/L iniciales a 386 mg/L en promedio general.

El tratamiento con quitosano determinó los nuevos parámetros biológicos del agua, adquiridos después de ser tratadas, siendo diferentes a las iniciales, respecto a la DBO, se tiene un valor de 786 mg/L de concentración inicial y se redujo a 307 mg/L de concentración final y la DQO de 1253 mg/L se redujo a 603.3 mg/L y el de dosis 308 g/L logró 616.3 mg/L.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda usar quitosano en los procesos de coagulación de los tratamientos, pues demostraron que puede ayudar a la remoción de sulfatos en las plantas de tratamiento de aguas residuales, donde la concentración de iones sulfatos es elevada.

En la aplicación de quitosano se sugiere hacerlas en las dosis optimas halladas en este trabajo, esto ayudará a mejorar los parámetros físicos, químicos, biológicos y la concentración de sulfatos en las aguas residuales industriales.

Realizar estudios empleando el uso de polímeros naturales como el quitosano, es nuevo y por sus características antibacterianas sería de gran ayuda en los tratamientos químicos de aguas residuales en las industrias.

Aplicar el quitosano en la prueba de jarras de coagulación y floculación para determinar el comportamiento de los parámetros químicos en las diversas plantas de tratamiento de agua potable, ya que, por su sencillez y efectividad, simulan bien la coagulación y floculación en tratamientos.

REFERENCIAS

- ADLY, M.S. y EL-DAFRAWY, S.M., 2021. Efficient removal of heavy metals from polluted water with high selectivity for Hg(ii) and Pb(ii) by a 2-imino-4-thiobiuret chemically modified MIL-125 metal-organic framework. *RSC Advances* [en línea], vol. 11, no. 23, pp. 13940-13950. ISSN 20462069. DOI 10.1039/d1ra00927c. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2021/ra/d1ra00927c>.
- AGUDELO, R.N. y RODRÍGUEZ, L.F., 2019. Remoción de sulfuros presentes en el agua residual del proceso de curtido mediante cavitación hidrodinámica. *Revista ION* [en línea], vol. 32, no. 1, pp. 21-33. ISSN 0120-100X. DOI 10.18273/revion.v32n1-2019002. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-100X2019000100021&script=sci_abstract&tlng=pt.
- AHMADPOUR, N., 2020. Un fotocatalizador nanocompuesto jerárquico de Ca/TiO₂ /NH₂-MIL-125 para la fotodegradación inducida por la luz visible solar de contaminantes de colorantes orgánicos en el agua. *Royal Society of chemistry* [en línea], Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/ra/d0ra05192f>.
- BAHADOR, F., FOROUTAN, R., ESMAEILI, H. y RAMAVANDI, B., 2021. Enhancement of the chromium removal behavior of Moringa oleifera activated carbon by chitosan and iron oxide nanoparticles from water. *Carbohydrate Polymers* [en línea], vol. 251, no. August 2020, pp. 117085. ISSN 01448617. DOI 10.1016/j.carbpol.2020.117085. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117085>.
- BAKRAOUY, H., 2017. Optimization of the treatment of an anaerobic pretreated landfill leachate by a coagulation-flocculation process using experimental design methodology. [en línea], Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582017301349>.
- BARRETO, J. y VARGAS, D., 2019. Evaluación de coagulantes naturales en la clarificación de aguas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea], vol. 11, no. 1, pp. 105-116. ISSN 2145-6097. DOI 10.22490/21456453.3081.

- Disponible en:
<http://www.sweetpoison.revistaespacios.com/a20v41n32/a20v41n32p10.pdf>.
- BILLMEYER, F., 2020. *Ciencia de los polimeros* [en línea]. Editorial. España: Editorial Reverté. Disponible en:
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Fe0FEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=polimeros+naturales&ots=e3y_mXfimM&sig=65xAhfhVRJfwwwpQrYDb6b0nV8k#v=onepage&q&f=false.
- BOHORQUEZ, N., HERNANDEZ, C., AMAYA, C. y RODRIGUEZ, C., 2021. Effect of biodegradable detergents on water quality. *NVEO Natural Volatiles & Essential Oils* [en línea], vol. 8, no. 5, pp. 12080-12095. Disponible en:
<https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/3474>.
- BRAVO, M., 2017. Coagulantes Y Floculantes Naturales Usados En La Reducción De Turbidez, Sólidos Suspendidos, Colorantes Y Metales Pesados En Aguas Residuales. *Journal of Chemical Information and Modeling* [en línea], vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596. Disponible en:
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf>.
- CADENA, P., RENDÓN, R., AGUILAR, J., SALINAS, E., DE LA CRUZ, F. del R. y SANGERMAN, D., 2017. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], vol. 8, no. 7, pp. 1603-1617. ISSN 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v8i7.515. Disponible en:
<https://repositorio.accefyn.org.co/jspui/bitstream/001/972/1/9>. Variaciones de la acidez durante la incubación de las muestras en pruebas de demanda biológica.pdf.
- CÁRDENAS, J.A., WILCHES, A.M. y VANEGAS, C.V., 2017. Variaciones de la acidez durante la incubación de las muestras en pruebas de demanda biológica de oxígeno. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* [en línea], vol. 41, no. 158, pp. 71. ISSN 0370-3908. DOI 10.18257/raccefyn.396. Disponible en:
<https://repositorio.accefyn.org.co/jspui/bitstream/001/972/1/9>. Variaciones de

la acidez durante la incubación de las muestras en pruebas de demanda biológica.pdf.

CHEN, C., FENG, H. y DENG, Y., 2019. Re-evaluation of sulfate radical based–advanced oxidation processes (SR-AOPs) for treatment of raw municipal landfill leachate. *Water Research* [en línea], vol. 153, pp. 100-107. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2019.01.013. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.01.013>.

COTERO, P., 2016. Diseños de investigación en psicología. [en línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/disenosdeinvestigacionpsic/https-sites-google-com-site-disenosdeinvestigacionpsic>.

CPI RESEARCH, 2022. Perú: Población 2022. [en línea]. S.l.: s.n., pp. 1-21. Disponible en: <https://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/23/poblacion2022.pdf>.

DISIN S. A., 2019. ¿Que es, para que sirve y cuando se debe realizar una prueba de jarras? [en línea], Disponible en: <https://www.disin.com/que-es-para-que-sirve-y-cuando-se-debe-realizar-una-prueba-de-jarras/#:~:text=La prueba de jarras es,determinada calidad de agua final>.

FANG, P., TANG, Z.J., CHEN, X.B., HUANG, J.H., TANG, Z.X. y CEN, C.P., 2018. Removal of High-Concentration Sulfate Ions from the Sodium Alkali FGD Wastewater Using Ettringite Precipitation Method: Factor Assessment, Feasibility, and Prospect. *Journal of Chemistry* [en línea], vol. 2018. ISSN 20909071. DOI 10.1155/2018/1265168. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2018/1265168/>.

FERIA, J., MERCADO, T. y JOVE, F., 2020. Uso del quitosano como coagulante natural en el tratamiento de aguas: una breve revisión. *Revista Espacios* [en línea], vol. 41, no. 32, pp. 106-116. Disponible en: <http://www.sweetpoison.revistaespacios.com/a20v41n32/a20v41n32p10.pdf>.

HAN, Y. y WU, C., 2021. Sulfate removal mechanism by internal circulation iron-carbon micro-electrolysis. *Separation and Purification Technology* [en línea], vol. 279, no. July, pp. 119762. ISSN 18733794. DOI

10.1016/j.seppur.2021.119762. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.119762>.

HERNANDEZ, B. y MORENO, J., 2017. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES EN MÉXICO: UNA APROXIMACIÓN A SU SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS POR ATENDER. [en línea]. Disponible en: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/27>.

HUMANANTE, J., MORENO, L., GRIJALVA, A., SALDOYA, R. y SUÁREZ, J., 2022. Eficiencia de remoción e impacto del sistema de tratamiento de aguas residuales del sector urbano y rural de la Provincia de Santa Elena. *Manglar* [en línea], vol. 19, no. 2, pp. 177-187. Disponible en: <file:///C:/Users/USER/Downloads/320-1586-2-PB.pdf>.

IBARRA, S., 2021. Estudio de validez de contenido y confiabilidad de un instrumento para evaluar la metodología socioformativa en el diseño de cursos. [en línea], Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-24.html>.

JAFFAR, S.S., SAALLAH, S., MISSON, M., SIDDIQUEE, S., ROSLAN, J., SAALAH, S. y LENGGORO, W., 2022. Recent Development and Environmental Applications of Nanocellulose-Based Membranes. *Membranes* [en línea], vol. 12, no. 3. ISSN 20770375. DOI 10.3390/membranes12030287. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0375/12/3/287>.

KASALAB, 2017. Metodo para la determinación de demanda bioquímica de oxígeno. [en línea], Disponible en: <https://www.kasalab.com/metodo-para-la-determinacion-de-demanda-bioquimica-de-oxigeno-dbo5-en-aguas/>.

KASTALI, M., MOUHIR, L., CHATOUI, M., SOUABI, S. y ANOUZLA, A., 2021. Removal of turbidity and sludge production from industrial process wastewater treatment by a rejection of steel rich in FeCl₃ (SIWW). *Biointerface Research in Applied Chemistry* [en línea], vol. 11, no. 5, pp. 13359-13376. ISSN 20695837. DOI 10.33263/BRIAC115.1335913376. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Anouzla-Abdelkader-2/publication/349145080_Removal_of_Turbidity_and_Sludge_Production_from_Industrial_Process_Wastewater_Treatment_by_a_Rejection_of_Steel_Ric

h_in_FeCl_3_SIWW/links/6022c4f2a6fdcc37a815bd38/Removal-of-T.

- KHATTABI, S., 2022. Optimization of coagulation process for treatment of olive oil mill wastewater using moringa oleifera as a natural coagulant, CCD combined with RSM for treatment optimization. [en línea], Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582022003147>.
- LAVADO, C. del R., 2021. Biosorción de Plomo de aguas contaminadas usando Biomasa modificada químicamente del Nostoc Commune. *Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado* [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5992>.
- MARTINEZ, Y. y VILLALEJO, V., 2018. La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea], Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005.
- MAZILLE, F., MONCAYO, A., SPUHLER, D., SERRA, A., PERAL, J., BENÍTEZ, N. y PULGARIN, C., 2017. Comparative evaluation of polymer surface functionalization techniques before iron oxide deposition. Activity of the iron oxide-coated polymer films in the photo-assisted degradation of organic pollutants and inactivation of bacteria. *Chemical Engineering Journal* [en línea], vol. 160, no. 1, pp. 176-184. ISSN 13858947. DOI 10.1016/j.cej.2010.03.035. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894710002548>.
- MEDINA, C., 2018. Aplicación de polímeros naturales en el tratamiento de aguas residuales domésticas. [en línea], pp. 21-22. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15053/1/T-UCE-0012-066-2018.pdf>.
- MEJIA, A. y CABRERA, M., 2017. Remoción de contaminantes orgánicos presentes en agua residual doméstica mediante prototipo a escala de laboratorio. *La Granja, revista de ciencias de la vida* [en línea], vol. 26. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962017000100064.

- MENESES, Y., PATIÑO, P. y BETANCUR, J., 2018. Removal of chromium in industrial wastewater using biomass of *Spirulina* sp , primary sedimentation and chemical precipitation. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea], vol. 10, no. 1, pp. 141-152. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6756090.pdf>.
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, 2022. Pilas y acumuladores. [en línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/pilas-y-acumuladores/#:~:text=Contienen óxido de plata%2C amalgama,y baterías de níquel%2Fcadmio>.
- MORALES, J.C., VARGAS, M. y MEDINA, J., 2021. La demanda química de oxígeno con el procedimiento APHA/AWWA/WEF 5220 D para rango alto adaptado a microescala. [en línea], Disponible en: <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/2151/2285>.
- MOULINC, P., 2020. Efficiency of a coagulation/flocculation–membrane filtration hybrid process for the treatment of vegetable oil refinery wastewater for safe reuse and recovery. *Artículo De Investigación Científica* [en línea], vol. 31, pp. 515-524. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582019322293>.
- MOUSAVI, S. y MOOSAVIAN, S., 2017. Sulfate removal from chlor-alkali brine using nanofiltration: Parameters investigation and optimization via taguchi design method. *Desalination and Water Treatment* [en línea], vol. 100, pp. 75-90. ISSN 19443986. DOI 10.5004/dwt.2017.21714. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Payam-Zahedi-2/publication/322341969_Sulfate_removal_from_chlor-alkali_brine_using_nanofiltration_Parameters_investigation_and_optimization_via_Taguchi_design_method/links/5a54fd6ea6fdcc30f86b8dc1/Sulfate-removal-from-chlor-alkali-brine-using-nanofiltration-Parameters-investigation-and-optimization-via-Taguchi-design-method.pdf.
- NAJAFLOU, S. y MAHSA, F., 2021. Removal of Pb(II) from contaminated waters

using cellulose sulfate/chitosan aerogel: Equilibrium, kinetics, and thermodynamic studies. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 286, no. January. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2021.112167. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112167>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS ONU, 2017. Informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017: Aguas residuales: el recurso desaprovechado. [en línea], Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_spa.

PINARGOTE, M. y VERA, M., 2021. *Adsorción de Plomo Mediante la Utilización del Exoesqueleto de Camarón Y Cascarilla De Arroz En aguas residuales de la industria fabricante de baterías* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1454>.

RAJESWARI, S., 2017. Natural Polymers: a Recent Review. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* [en línea], no. June, pp. 472-494. DOI 10.20959/wjpps20178-9762. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Dr-Rajeswari-2/publication/352121284_NATURAL_POLYMERS_A_RECENT_REVIEW/links/60ba07ad299bf10dff92a10c/NATURAL-POLYMERS-A-RECENT-REVIEW.pdf.

RAMOS, C., 2021. Diseño de investigación experimental. *CienciAmérica* [en línea], vol. 10, no. 1, pp. 1-7. ISSN 1390-9592. Disponible en: <http://cienciamerica.com/index.php/uti/article/view/356>.

RASHID, R. y SHAFIQ, I., 2021. A state-of-the-art review on wastewater treatment techniques: the effectiveness of adsorption method. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, no. 8, pp. 9050-9066. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-021-12395-x.

RIVERA, J. y FLORES, F., 2017. Evaluación de reactivos de opción múltiple en medicina. Evidencia de validez de un instrumento. *Investigación en Educación Médica* [en línea], vol. 6, no. 21, pp. 8-15. ISSN 20075057. DOI 10.1016/j.riem.2016.04.005. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-

50572017000100008.

- RUIZ, A., 2020. Revisión bibliográfica del uso de coagulantes naturales como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. [en línea], vol. 5, pp. 95-108. Disponible en: http://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/view/3190.
- SALIMI, A. y MOUSAVI, S., 2019. Removal of sulfate from Gamasiab river water samples by using natural nano-Clinoptilolite. *Journal of Applied Research in Water and Wastewater* [en línea], vol. 6, no. 1, pp. 39-44. ISSN 2476-6283. DOI 10.22126/arww.2019.1133. Disponible en: http://arww.razi.ac.ir/article_1133.html.
- SANCHEZ, E., 2020. *Adsorción de plomo en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando quitosano obtenido del exoesqueleto de langostino* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 0000000190220. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48525>.
- SÁNCHEZ, R., MARTÍNEZ, M. del R., CORREA, M.A., SALDÍVAR, J., SÁNCHEZ, D.I. y LÓPEZ, J., 2017. Síntesis de hidrogeles de quitosano a partir de cáscara de camarón para ensayos de adsorción de cobre. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], vol. 33, no. Special Issue 1, pp. 93-98. ISSN 01884999. DOI 10.20937/RICA.2017.33.esp02.09. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/51188-Texto del artículo-152275-1-10-20170613 \(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/51188-Texto%20del%20artículo-152275-1-10-20170613%20(1).pdf).
- SANDSTROM, S. y STEINER, A., 2017. *Innovación y apoyo comunitario en la gestión sostenible del agua* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://public.wmo.int/es/resources/bulletin/innovación-y-apoyo-comunitario-en-la-gestión-sostenible-del-agua-0>.
- SANTANA, J. y MONSALVE, A.L.P., 2021. Evaluation of *Ulex Europaeus* (FABACEAE) as natural coagulant for water treatment. *Produccion y Limpia*, vol. 16, no. 1, pp. 100-116. ISSN 23230703. DOI 10.22507/PML.V16N1A6.
- SARMA, D. y SHUKLA, A., 2018. Building better batteries: A travel back in time. *ACS Energy Letters* [en línea], vol. 3, no. 11, pp. 2841-2845. ISSN 23808195.

- DOI 10.1021/acsenergylett.8b01966. Disponible en:
<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsenergylett.8b01966>.
- SZE-YIN, T. y PAYNE, D., 2019. Developments in electrochemical processes for recycling lead-acid batteries. [en línea], Disponible en:
[https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/69443/2/Current Opinion_LAB Recycling Review_11April2019.pdf](https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/69443/2/Current%20Opinion_LAB%20Recycling%20Review_11April2019.pdf).
- VITOLA, D., PÉREZ, A. y MONTES, D., 2021. Utilización de microalgas como alternativa para la remoción de metales pesados. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea], vol. 13, no. 1, pp. 195-203. ISSN 2145-6097. DOI 10.22490/21456453.4568. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8202375>.
- VU, H. y GU, S., 2019. Sustainable treatment for sulfate and lead removal from battery wastewater. *Sustainability (Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 13, pp. 1-8. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su11133497. Disponible en:
<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/13/3497>.
- YANG, Z. y UHRYNOWSKI, W., 2020. Biochemical treatment of leachates from hydrometallurgical recycling of spent alkaline batteries. *Hydrometallurgy* [en línea], vol. 191, no. February. ISSN 0304386X. DOI 10.1016/j.hydromet.2019.105223. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304386X19302816>.
- YAO, Q., TANG, C., XIA, Z., XU, Q., WANG, W., WANG, X. y CHONG, Z., 2021. Experimental Study of Coal Sample Damage in Acidic Water Environments. *Mine Water and the Environment* [en línea], vol. 40, no. 4, pp. 1003-1015. ISSN 16161068. DOI 10.1007/s10230-021-00811-0. Disponible en:
<https://www.mdpi.com/2077-0375/12/3/287>.
- YIZHAK, T., 2019. Highly efficient method for oxidation of dissolved hydrogen sulfide in water, utilizing a combination of UVC light and dissolved oxygen. *Journal of Photochemistry & Photobiology A: Chemistry* [en línea], pp. 63-70. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1010603018309729>.

YOUNG, C., 2020. Portable SA/CMC entrapped bimetallic magnetic fly ash zeolite spheres for heavy metals contaminated industrial effluents treatment via batch and column studies. [en línea], pp. 1-18. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-07274-5>.

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Remoción de sulfatos en aguas residuales usando quitosano en la industria de baterías, Lima 2022	VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de quitosano	El quitosano es un polímero natural, que son macromoléculas de gran tamaño, constituidos por monómeros, unidos por enlaces covalentes, muy aplicado en las industrias por sus propiedades químicas está compuesto de animales (Rajeswari, 2017)	El quitosano será evaluado a través de sus características, las condiciones de operación y las dosis que se necesitan	Características del quitosano	pH	Unidad de pH
					Color	PCU
					Temperatura	°C
				Las condiciones de operación	pureza	%
						Temperatura
				Dosis aplicada	Agitación	rpm
					304.0	g/L
					325.0	g/L
					312.5	g/L
	306.0	g/L				
	Concentración Sulfatos	304.0	g/L			
		304.18	g/L			
		Sulfatos iniciales	mg/L			
		Sulfatos finales	mg/L			
		Parámetros físicos	Turbidez	UNT		
Temperatura			°C			
Color	PCU					
Parámetros químicos	Conductividad Eléctrica	(μ S/cm)				
	pH	unidad pH				
Parámetros biológicos	DBO	mg/L				
	DQO	mg/L				
VARIABLE DEPENDIENTE: Remoción de sulfatos en las aguas residuales	La remoción de sulfatos es un tratamiento por el cual se elimina contaminantes del agua usando procedimientos físicos, químicos, eliminando así estas sustancias que puedan dañar la flora y fauna, (Medina, 2018)	La evaluación de la remoción de sulfatos se obtendrá a través de la medición de esta sal antes y posterior a la aplicación del quitosano. Por otro lado, se evaluará los parámetros físicos, químicos y la concentración de sulfatos después de ser tratadas las aguas con polímeros naturales				

Anexo N°2: Instrumentos de recolección de datos

Ficha N°1 Ficha de hoja de custodia		
Remoción de sulfatos de aguas residuales mediante polímeros naturales en la industria de acumuladores de baterías Lima, 2022		
Responsables del muestreo	Laboratorio	Lugar de estudio
Ronal Hoyos Vásquez Mz B lote 12 – San pedro de Carabaylo 955120243 Arnaldo Checmapocco Quispe APV Los Alisos D-12, Cusco 996168029	Universidad César Vallejo Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314 Teléfono: (01) 202-4342.	Av. El Pacífico N° 501 Urb. Industrial Panamericana Norte Independencia- Lima Coordenadas: N: 8873022 E: 0275531
Observaciones		



PEDRO GREGORIO
MAMANI PICHIHUA
Ingeniero Químico
CIP N° 251112



Valdiviezo González, Lorgio
Cip77088



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Ficha N° 2 Características de los polímeros naturales

Remoción de sulfatos de aguas residuales mediante polímeros naturales en la industria de baterías Lima, 2022

Datos del responsable	Datos del laboratorio
Ronal Hoyos Vásquez Mz B lote 12 – San pedro de Carabaylo 955120243 Arnaldo Checmapocco Quispe Apv. Los Alisos D-12, Cusco 996168029	Universidad Cesar Vallejo Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314 Teléfono: (01) 202-4342.

Características del polímero natural

Polímero	Procedencia	Fecha de compra	Peso (g)	Color (PCU)	pH	Temperatura (°C)
Quitosano	Industria Quiplast	15/06/2022	50	Blanco		
Quitosano	Industria Quiplast	15/06/2022	250	Blanco		
Quitosano	Industria Quiplast	15/06/2022	550	Blanco		

OBSERVACIONES



PEDRO GREGORIO
MAMANI PICHIHUA
Ingeniero Químico
CIP N° 251112



Valdiviezo González, Lorgio
Cip77088



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Ficha N°3 Características físicas del agua residual industrial								
Remoción de sulfatos de aguas residuales mediante polímeros naturales en la industria de baterías, Lima 2022								
Datos del responsable					Datos del laboratorio			
Ronald Hoyos Vásquez					Universidad Cesar Vallejo Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314 Teléfono: (01) 202-4342.			
Mz B lote 12 – San Pedro de Carabayllo					Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314			
955120243					Teléfono: (01) 202-4342.			
Arnaldo Checmapocco Quispe								
APV Los Alisos D-12, Cusco								
996168029								
Dosis polímero °	Color (PCU)		Turbidez (UNT)		Conductividad eléctrica ((µs/cm)		Temperatura (°C)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final


 PEDRO GREGORIO
 MAMANI PICHIHUA
 Ingeniero Químico
 CIP N° 251112


 Valdiviezo González, Lorgio
 Cip77088


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Ficha N°4 Características químicas del agua residual industrial

Remoción de sulfatos de aguas residuales mediante polímeros naturales en la industria de baterías, Lima 2022

Datos del responsable				Datos del laboratorio				
Ronal Hoyos Vásquez				Universidad Cesar Vallejo Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314 Teléfono: (01) 202-4342.				
Mz B lote 12 – San pedro de Carabayllo				Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314				
955120243				Teléfono: (01) 202-4342.				
Arnaldo Checmapocco Quispe								
APV Los Alisos D-12, Cusco								
996168029								
Dosis Polímero	Color(PCU)		Turbidez (UNT)		Conductividad eléctrica ((μs/cm)		Temperatura (°C)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final



PEDRO GREGORIO MAMANI PICHIHUA
 Ingeniero Químico
 CIP N° 251112



Valdiviezo González, Lorgio
 Cip77088



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Ficha: 5: Características biológicas en el agua residual industrial

Remoción de sulfatos de aguas residuales mediante polímeros naturales en la industria de baterías, Lima 2022

Datos del responsable

Ronal Hoyos Vásquez
 Mz B lote 12 – San pedro de Carabayllo
 955120243
 Arnaldo Checmapocco Quispe
 Apv. Los Alisos D-12, Cusco
 996168029

Datos del laboratorio

Universidad Cesar Vallejo
 Av. Alfredo Mendiola 6232, Los
 Olivos 15314
 Teléfono: (01) 202-4342.

Dosis polímero	DBO (mg/l)		DQO (mg/l)	
	Inicial	Final	Inicial	Final



**PEDRO GREGORIO
 MAMANI PICHIHUA**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 251112



Valdiviezo González, Lorgio
 Cip77088



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Mamani Pichihua, Pedro Gregorio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Jefe de operaciones**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de hoja de custodia**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 17 de octubre del 2022



**PEDRO GREGORIO
 MAMANI PICHIHUA**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 251112

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Mamani Pichihua, Pedro Gregorio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Jefe de operaciones**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los polímeros naturales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 17 de octubre del 2022



**PEDRO GREGORIO
 MAMANI PICHIHUA**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 251112

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Mamani Pichihua, Pedro Gregorio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Jefe de operaciones**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características físicas de las aguas residuales industriales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 17 de octubre del 2022



**PEDRO GREGORIO
 MAMANI PICHIHUA**
 Ingeniero Químico
 CHP N° 251112

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Mamani Pichihua, Pedro Gregorio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Jefe de operaciones**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características químicas de las aguas residuales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 17 de octubre del 2022



PEDRO GREGORIO MAMANI PICHIHUA
 Ingeniero Químico
 CIP N° 251112

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

6. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Mamani Pichihua, Pedro Gregorio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Jefe de operaciones**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Químico**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características biológicas de las aguas residuales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmappocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

5. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

6. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

7. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 17 de octubre del 2022



**PEDRO GREGORIO
 MAMANI PICHIHUA**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 251112

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Valdiviezo González, Lorgio Gilberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Metalurgia**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de hoja de custodia**
- 1.5 Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 30 de noviembre del 2022



Valdiviezo González, Lorgio
Cip77088

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XIII. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Valdiviezo González, Lorgio Gilberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Metalurgia**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los polímeros naturales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 30 de noviembre del 2022



Valdiviezo González, Lorgio
Cip77088

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

2. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Valdiviezo González, Lorgio Gilberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Metalurgia**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características físicas de las aguas residuales industriales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapoocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 30 de noviembre del 2022



Valdiviezo González, Lorgio
Cip77088

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Dr. Valdiviezo Gonzales Lorgio Gilberto**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Metalurgia**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características químicas de las aguas residuales**
 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 30 de noviembre del 2022



Valdiviezo González, Lorgio
Cip77088

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Valdiviezo Gonzales Lorgio Gilberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Metalurgia**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características biológicas de las aguas residuales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 30 de noviembre del 2022



Valdiviezo González, Lorgio
Cip77088

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Química Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de hoja de custodia**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

Lima, 05 de diciembre del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Química Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los polímeros naturales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

Lima, 05 de diciembre del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Química Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características físicas de las aguas residuales industriales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapoocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

Lima, 05 de diciembre del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Química Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características químicas de las aguas residuales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapoocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

Lima, 05 de diciembre del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

5. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Acosta Suasnabar Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Química Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características biológicas de las aguas residuales**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Checmapocco Quispe Arnaldo - Hoyos Vásquez, José Ronal**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

Lima, 05 de diciembre del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Anexo 3: Confiabilidad de instrumentos

Experto	Especialidad	CIP	Porcentaje de validación (%)					Promedio (%)
			Ficha 1	ficha 2	ficha 3	ficha 4	ficha 5	
Dr. Valdiviezo Gonzales Lorgio Gilberto	Ingeniero Metalúrgico	77088	90	90	90	90	90	90
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar	Ingeniería química ambiental	254550	80	80	80	80	80	80
Dr. Pedro Mamani Pichihua	Ingeniero Químico	271769	90	90	90	90	90	90
Promedio de valoración								87

Anexo 4: Características del quitosano

Remoción de sulfatos de aguas residuales usando quitosano en la industria de baterías Lima, 2022						
Datos del responsable			Datos del laboratorio			
Ronal Hoyos Vásquez Mz B lote 12 – San pedro de Carabayllo 955120243 Arnaldo Checmapocco Quispe Apv. Los Alisos D-12, Cusco 996168029			Universidad Cesar Vallejo Av. Alfredo Mendiola 6232, Los Olivos 15314 Teléfono: (01) 202-4342.			
Características del quitosano						
Polímero	Procedencia	Fecha de compra	Pureza %	Color (PCU)	pH	Temperatura (°C)
Quitosano	Industria Farmagro	15/06/2022	78	Blanco	6.19	18.9
Quitosano	Industria Farmagro	15/06/2022	78	Blanco	6.19	18.9
Quitosano	Industria Farmagro	15/06/2022	78	Blanco	6.19	18.9
OBSERVACIONES						

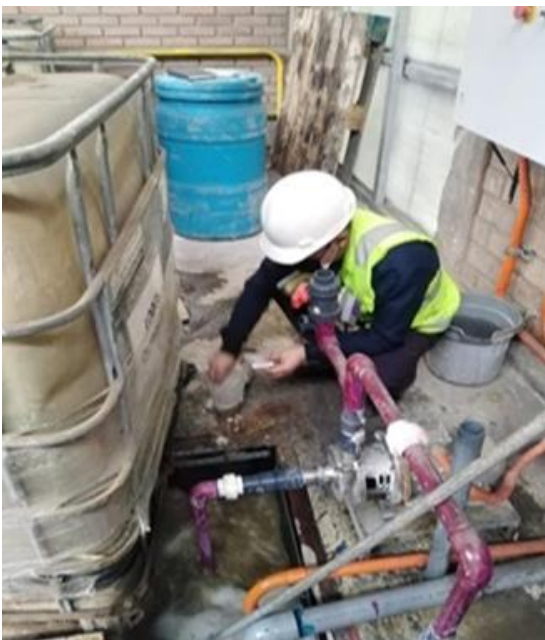
Anexo 5: Galería fotográfica



Ubicación de la extracción de las muestras del agua



Extracción de la muestra de agua



Investigador extrayendo la muestra de agua



Muestra del agua residual de la planta de tratamiento



Primeras pruebas iniciales de las aguas con reactivos



Investigador registrando los resultados



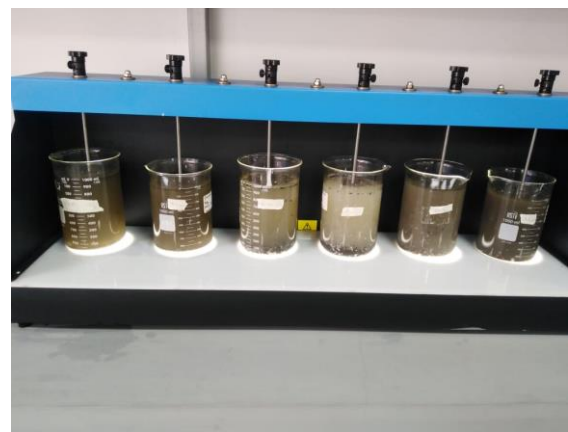
Medición de parámetros físicos



Introduciendo las muestras del agua al horno, para análisis DBO y DQO



Investigadores, junto al instructor en el laboratorio de la Universidad César Vallejo



Prueba de jarras con polímeros naturales



Retirando las muestras del horno



Investigador aplicando reactivos a las muestras de agua



Instructor junto a los investigadores en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

Anexo 6: Certificados de calibración de equipos empleados



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCB-024-2021

Peticionario : Universidad César Vallejo SAC.

Atención : Universidad César Vallejo SAC.

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales. Ubicado en la Av. Alfredo Mendiola N° 6232. Los Olivos - Lima.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : III

Número de serie : 8034160901 Tipo : Digital

Código interno : 06007631 Procedencia : China

Capacidad máxima : 100 kg Modelo : T21P

División de escala (d) : 0,01 Kg

División de verificación (e) : 0,10 Kg

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición Usando pesas de sustitución.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20.7°C / 72%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.8°C / 72%

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021 y M-0297-2021. Con trazabilidad METROIL.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2021-08-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-09-02	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final
	20.7	20.8

H. R. (%)	Inicial	Final
	72	72

ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	20.7	20.7

H. R. (%)	Inicial	Final
	72	72

Carga L (Kg)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (Kg)
	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)	Ec (Kg)	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)	Ec (Kg)	
1.00	1.00	0.003	0.05	(*)					
5.00	5.00	0.003	0.05	0.00	5.00	0.003	0.05	0.00	0.1
10.00	10.00	0.004	0.05	0.00	10.00	0.004	0.05	0.00	0.1
15.00	15.00	0.004	0.05	0.00	15.00	0.004	0.05	0.00	0.1
20.00	20.00	0.004	0.05	0.00	20.00	0.004	0.05	0.00	0.1
30.00	30.00	0.004	0.05	0.00	30.00	0.004	0.05	0.00	0.1
40.00	40.00	0.004	0.05	0.00	40.00	0.004	0.05	0.00	0.1
50.00	50.00	0.005	0.04	0.00	50.00	0.005	0.04	0.00	0.1
60.00	60.00	0.005	0.04	0.00	60.00	0.005	0.04	0.00	0.2
80.00	80.00	0.005	0.05	0.00	80.00	0.005	0.05	0.00	0.2
100.00	100.01	0.005	0.06	0.01	100.01	0.005	0.06	0.01	0.2

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,001 \text{ Kg} + (0,000026)I$
------------------------------	--------------------------------------

I = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMI-008-2021**

Peticionario : Universidad César Vallejo SAC.
Atención : Universidad César Vallejo SAC.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras
Marca : QUINCY LAB, INC.
N° de serie : G41-2703
Modelo : 40GC-1
Alcance : T. Amb. Hasta 232 °C
Tipo de Indicación : Indicación digital.
Código : 06007633
Procedencia : USA.
Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios
isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi:
2° Edición.
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19.2 °C / 70%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19.2 °C / 70%
Patrones de referencia : Patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG,
modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2019
con trazabilidad SWISS CALIBRATION.
Número de páginas : 4
Fecha de calibración : 2021-08-31

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-09-02	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64206



CELDA EIRL

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	112.2	113.5	111.8	112.4	113.5	114.5	112.3	110.7	110.7	114.0	112.6	3.8
2	110	111.3	110.6	108.7	109.4	111.4	113.8	111.0	107.9	107.5	110.4	110.2	6.3
4	110	108.4	106.3	105.1	105.8	107.3	108.8	110.6	105.9	105.3	105.9	106.9	5.5
6	110	112.0	109.7	109.2	109.3	111.7	111.2	113.4	108.3	108.0	112.0	110.5	5.4
8	110	112.7	114.1	114.3	114.7	113.7	114.3	114.5	111.9	112.2	114.8	113.7	2.9
10	110	112.0	112.9	112.5	113.1	114.6	111.8	113.5	111.2	111.2	114.6	112.7	3.4
12	110	110.8	110.0	109.6	110.3	112.4	110.2	111.7	108.7	108.4	111.6	110.4	4.0
14	110	109.4	107.3	106.0	106.8	108.4	109.7	108.5	105.3	105.3	106.9	107.4	4.4
16	110	110.7	109.2	107.4	107.6	110.0	111.7	113.0	106.7	106.3	110.9	109.4	6.7
18	110	112.4	113.8	113.9	114.7	112.8	113.8	114.4	111.6	111.9	113.5	113.3	3.1
20	110	113.8	110.8	112.9	113.5	114.7	112.5	113.0	111.7	111.6	114.2	112.9	3.9
22	110	111.1	109.1	110.2	110.9	113.1	111.2	112.2	109.4	109.1	112.5	110.9	4.0
24	110	109.7	107.4	106.8	107.5	109.2	110.7	109.2	106.2	106.6	107.9	108.1	4.5
26	110	108.2	106.7	105.5	106.0	108.0	111.6	111.1	105.3	105.4	107.6	107.5	6.3
28	110	111.7	111.9	112.9	114.0	112.0	114.3	114.6	111.0	111.2	113.3	112.7	3.6
30	110	113.5	112.9	113.6	114.4	113.3	114.7	112.6	111.8	111.8	114.7	113.3	2.9
32	110	111.9	111.5	111.1	111.7	113.6	114.2	111.1	109.9	109.8	113.6	111.8	4.4
34	110	110.3	109.4	107.7	108.4	110.2	112.4	109.5	106.8	107.5	109.1	109.1	5.6
36	110	108.0	106.4	105.9	105.5	107.2	109.3	108.1	105.3	105.6	106.0	106.7	4.0
38	110	111.8	112.4	111.1	111.0	113.1	111.9	111.9	110.4	110.1	111.9	111.6	3.0
40	110	114.4	114.1	114.2	114.2	114.6	114.7	114.3	113.4	113.3	114.2	114.1	1.4
42	110	111.0	112.9	112.8	113.2	114.3	112.6	110.3	112.1	111.9	113.2	112.4	4.0
44	110	109.9	110.5	109.8	110.5	112.6	111.2	109.2	109.0	108.7	111.7	110.3	3.9
46	110	107.5	107.5	106.3	106.9	108.5	108.6	107.8	105.4	105.9	107.1	107.2	3.2
48	110	111.2	109.0	106.6	106.9	109.6	111.4	114.7	105.9	105.4	109.4	109.0	9.3
50	110	113.8	114.5	114.4	113.9	112.3	114.6	113.1	112.2	112.4	111.5	113.3	3.1
52	110	112.1	113.6	114.4	114.8	114.7	113.2	111.0	112.5	112.6	112.5	113.1	3.8
54	110	109.2	111.8	111.6	112.3	114.3	112.5	109.7	110.5	110.4	114.2	111.7	5.1
56	110	108.8	109.4	108.3	109.0	110.9	108.1	108.4	107.4	107.1	109.7	108.7	3.8
58	110	107.5	105.9	105.8	105.4	107.2	111.2	112.2	105.4	105.5	105.4	107.2	6.8
60	110	109.2	112.2	109.6	109.5	112.2	113.3	114.3	108.8	108.5	113.7	111.1	5.8
T.PROM	110.0	110.9	110.6	110.0	110.4	111.7	112.1	111.7	109.0	108.9	111.2	110.6	
T.MAX	110.0	114.4	114.5	114.4	114.8	114.7	114.7	114.7	113.4	113.3	114.8		
T.MIN	110.0	107.5	105.9	105.1	105.4	107.2	108.1	107.8	105.3	105.3	105.4		
DTT	0.0	6.9	8.6	9.3	9.4	7.5	6.6	6.9	8.1	8.0	9.4		

Temperatura ambiental promedio : 19.2 °C

Tiempo de calibración del equipo

: 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.8	0.4
Mínima Temperatura Medida	105.1	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	9.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.1	0.4
Estabilidad Medida (±)	4.70	0.04
Uniformidad Medida	9.3	0.4

Para alcanzar el valor esperado de 110 °C ± 5 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN : Temperatura mínima

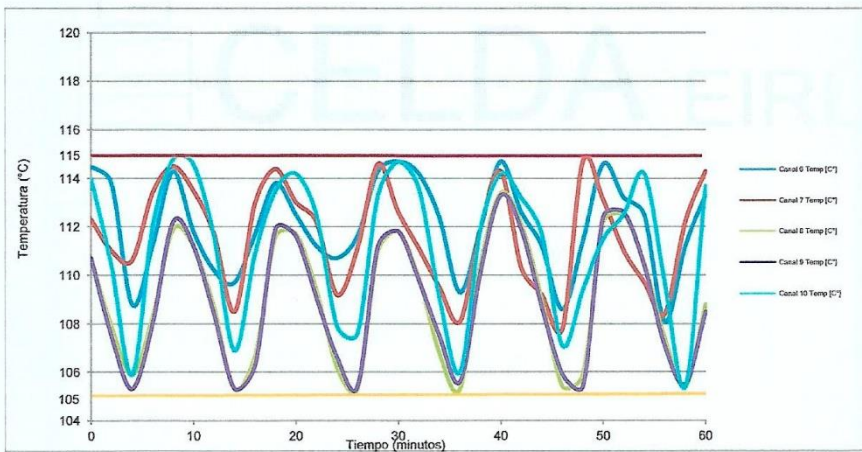
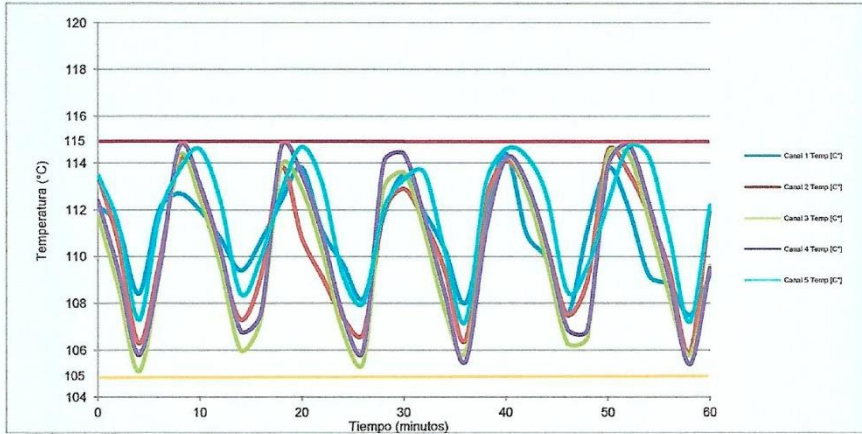
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

CEM-008-2021

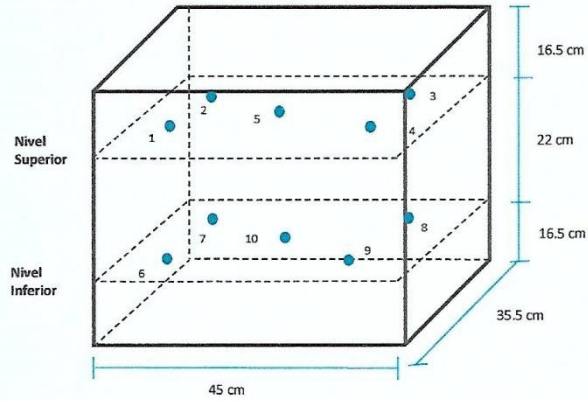
Página 2 de 4





CELDA EIRL

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 11 cm de las paredes laterales.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 14cm del frente y fondo de la estufa.

Fotografía del interior del medio isoterma



CM-009-2021

Página 4 de 4

INFORME TECNICO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BALANZAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO

Cliete:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.	Fecha:	28/09/2021
Equipo:	PH METRO DE MESA pH/ORP METER	Código:	06007368
Marca:	HANNA INSTRUMENT	Rango pH:	-2.00 a 16.00 Ph
Modelo:	HI2213	Resolución pH:	0.01 pH
Serie:	F0005197		

1. Servicio solicitado por el cliente:

Servicio de mantenimiento preventivo.

2. Inspeccion visual:

EL ph metro enciende con normalidad.

3. Trabajos realizados:

- El mantenimiento se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura: 20,5 °C a 21,2 °C

Humedad Relativa: 68 % a 71 %

-Verificación de funcionalidad:

Se enciende el equipo para comprobar su operatividad parte interna y externa.

-Revisión de carcasa:

Carcasa en buen estado.

-Revisión de teclas:

Presenta buen funcionamiento.

4. Pruebas realizadas

Limpieza interna y externa de la carcasa.

Pruebas en **4 Ph:** 4.01 ; **7 Ph:** 7,02 y **10 Ph:** 10,01.

Se realizó las pruebas de mantenimiento en el laboratorio de la UCV, usando patrones

La medición del Ph metro se realizó con soluciones buffer ph 4, 7 y 10.

La calibración se realizó por el método de comparación directa con soluciones patrones.

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

VALOR NOMINAL (Ph)	INDICACIÓN DEL EQUIPO(Ph)	TEMPERATURA (°C)	CORRECCIÓN (Ph)	INCERTIDUMBRE +/- (Ph)
7.01	7.02	21.2	-0.01	0.01
4.01	4.01	21.1	0.00	0.01
10	10.01	21.2	-0.01	0.01

5. Observaciones / Recomendaciones

Al realizar la revisión previa el desajuste del ph era elevado, se corrigió realizando un RESET total.

Los resultados luego de borrar los errores son los esperados, pero tarda un poco para lograr la estabilidad deseada.

Es necesario realizar cambio del electrodo, para lograr una rápida respuesta.



Manuel Rivera C.
Área Técnica

VMC Equipos & Laboratorios S.A.C

Anexo 6: Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE QUIMICA-UCV
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA
ENSAYO N°01 -R- 2022-2

Dirección:	Av. El Pacifico Urb. Industrial Panamericana Norte Independencia- Lima
Tipo de ensayo:	Análisis Físico-químicos
Matriz:	Agua residual Industrial
Descripción de la muestra:	Muestra inicial
Muestra tomada por:	José Ronal Hoyos Vásquez
Fecha de ingreso de la muestra:	01/10/2022

pH					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	Norte	8873022	pH	6.46
		Este	0275531		

Temperatura					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	Norte	8873022	°C	19.7
		Este	0275531		

Conductividad Eléctrica					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	Norte	8873022	µs/cm	930
		Este	0275531		

Turbidez					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	Norte	8873022	NTU	1594
		Este	0275531		

Color					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-INICIAL	Muestra	Norte	8873022		
		Este	0275531		

Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
				M-INICIAL	
		Este	0275531		

Demanda Química de Oxígeno					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
				M-INICIAL	
		Este	0275531		

Sulfatos					
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
				M-INICIAL	
		Este	0275531		

Metodología APHA-AWWA-WEF (2012)5210B

de análisis: Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

EQUIPOS: Multiparametro HANNA modelo EDGE
Código interno: 06007326
Conductímetro de mesa HANNA modelo HI5521
Código interno: 06007307
turbidímetro OAKTON
Código interno: 06009528
Reactor HANNA Modelo HI839800
Código interno: 06007308
Multiparámetro fotómetro DQO HANNA modelo HI83099
Código interno: 06007308
Balanza analítica OHAUS
Código interno: 06009513
Estufa MEMMERT
Código interno: 06009563


Hitler Román Pérez
ING. AMBIENTAL

LABORATORIO DE QUIMICA-UCV
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA
ENSAYO N°02 -R- 2022-2

Dirección:	Av. El pacífico Urb. Industrial Panamericana Norte Independencia- Lima
Tipo de ensayo:	Análisis Físico-químicos-microbiológicos
Matriz:	Agua residual Industrial
Descripción de la muestra:	Muestra tratada mediante polímeros naturales
Muestra tomada por:	José Ronal Hoyos Vásquez
Fecha de ingreso de la muestra:	01/10/2022

pH							
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	pH	7.14	7.14	7.16
		Este	0275531				
M2-4 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	pH	7.28	7.29	7.27
		Este	0275531				
M3-6 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	pH	7.34	7.34	7.36
		Este	0275531				
M4-8 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	pH	7.61	7.65	7.65
		Este	0275531				
M5-10 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	pH	8.19	8.21	8.17
		Este	0275531				
M6-12 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	pH	8.77	8.76	8.73
		Este	0275531				

Temperatura							
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	°C	19.9	19.9	20.1
		Este	0275531				
M2-4 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	°C	19.9	20.1	20.1
		Este	0275531				
M3-6 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	°C	19.9	19.9	20.2

		Este	0275531				
M4-8 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	°C	20.1	20.2	20.2
		Este	0275531				
M5-10 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	°C	20.1	20.2	20.2
		Este	0275531				
M6-12 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	°C	20.1	20.1	20.2
		Este	0275531				

Conductividad Eléctrica							
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	μs/cm	1012	1010	1015
		Este	0275531				
M2-4 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	μs/cm	1018	1021	1018
		Este	0275531				
M3-6 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	μs/cm	1103	1107	1107
		Este	0275531				
M4-8 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	μs/cm	1139	1145	1149
		Este	0275531				
M5-10 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	μs/cm	1184	1191	1196
		Este	0275531				
M6-12 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	μs/cm	1216	1224	1231
		Este	0275531				

Turbidez							
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	NTU	418	415	411
		Este	0275531				
M2-4 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	NTU	402	398	398
		Este	0275531				
M3-6 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	NTU	404	401	404
		Este	0275531				
M4-8 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	NTU	321	318	322
		Este	0275531				
M5-10 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	NTU	421	426	421
		Este	0275531				
M6-12 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	NTU	462	468	465
		Este	0275531				

Color							
-------	--	--	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	PCU	246	242	242
		Este	0275531				
M2-4 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	PCU	233	233	231
		Este	0275531				
M3-6 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	PCU	237	239	235
		Este	0275531				
M4-8 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	PCU	206	204	204
		Este	0275531				
M5-10 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	PCU	272	270	272
		Este	0275531				
M6-12 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	PCU	281	283	285
		Este	0275531				

Demanda Bioquímica de Oxígeno							
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	351	355	349
		Este	0275531				
M2-4 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	368	365	365
		Este	0275531				
M3-6 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	311	315	318
		Este	0275531				
M4-8 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	307	304	310
		Este	0275531				
M5-10 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	315	317	315
		Este	0275531				
M6-12 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	318	318	320
		Este	0275531				

Demanda Química de Oxígeno							
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	624	627	623
		Este	0275531				
M2-4 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	633	638	635
		Este	0275531				

M3-6 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	617	615	617
		Este	0275531				
M4-8 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	606	601	603
		Este	0275531				
M5-10 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	613	611	613
		Este	0275531				
M6-12 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	619	622	625
		Este	0275531				

Sulfatos							
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de	Resultados		
				medida	R-1	R-2	R-3
M1-2 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	480	460	430
		Este	0275531				
M2-4 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	360	380	420
		Este	0275531				
M3-6 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	250	200	350
		Este	0275531				
M4-8 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	420	390	380
		Este	0275531				
M5-10 ml polimero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	340	220	500
		Este	0275531				
M6-12 ml polímero	Muestra	Norte	8873022	mg/l	490	430	440
		Este	0275531				

Metodología de análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

EQUIPOS:

Multiparametro HANNA modelo EDGE
 Código interno: 06007326
 Conductímetro de mesa HANNA modelo HI5521
 Código interno: 06007307
 turbidímetro OAKTON
 Código interno: 06009528
 Reactor HANNA Modelo HI839800
 Código interno: 06007308
 Multiparámetro fotómetro DQO HANNA modelo HI83099
 Código interno: 06007308
 Balanza analítica OHAUS
 Código interno: 06009513
 Estufa MEMMERT
 Código interno: 06009563


 Hitler Román Pérez
 ING. AMBIENTAL

**FICHA TECNICA
CHITOSAN**

DATOS DE LA EMPRESA

Empresa Comercializadora : FARMAGRO S.A.
Proveedor : VELSAM MATERIAS BIOACTIVAS

IDENTIDAD

Composición : Quitosano 4.00 % p/p

Formulación : Concentración soluble
Clase de Uso : Acondicionadores de suelo

CARACTERÍSTICAS

CHITOSAN está formulado a partir de la descarbonatación y desacetilación de los crustáceos, lo cual da origen natural al quitosano.

CHITOSAN es estimulante del crecimiento radicular, así mismo potencia la calidad rizosférica del cultivo.

CHITOSAN también puede ser utilizado como activador de la respuesta de defensa natural de la planta contra patógenos. Es un producto líquido seguro tanto para el agricultor-aplicador como para la salud del consumidor. No requiere de plazo de seguridad. Su aplicación permite reducir el uso de productos fitosanitarios de origen químico.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

- Densidad : 1.02 g/cc a 20°C
- Estado Físico : Líquido
- Color : Amarillento
- Olor : No disponible
- Explosividad : No explosivo
- Corrosividad : No corrosivo
- Estabilidad en Almacenamiento : Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.

MODO DE ACCION

CHITOSAN estimula la actividad sintética de enzimas llamadas quitinasas, éstas se encuentran en las raíces y la savia del vegetal listas para desbloquearse, aumentar su síntesis y actuar sobre el patógeno o situación adversa.

CHITOSAN debidos a las especiales características del componente esencial del producto se une directamente a la membrana celular de la planta induciendo su mecanismo de defensa natural. Permite utilizarlo en combinación con productos como los fungicidas y otros que precisen de un elemento mojante para su aplicación foliar.

RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVO	DOSIS (L/Ha)	Nº Aplicaciones	Recomendaciones de aplicación
Vid	10 – 15 Lt	3	Inicio de la campaña
			- Aplicar con brotes de 10 a 20 cm.
			Post . Cosecha
		2	- Aplicar después de la cosecha de 2 a más aplicaciones
Cítricos	10 – 15 Lt	3 – 4	Aplicar después de la cosecha y al inicio del desarrollo radicular
Palto	10 – 15 Lt	2 - 3	Aplicar después de la cosecha y al inicio del desarrollo radicular a
Espárrago	10 Lt	2 - 3	Aplicar en desarrollo de brote (3ra semana).
Ají	10 Lt	3	Aplicar después del transplante
Tomate	10 Lt	3	Aplicar después del transplante
Arándano	10 Lt	3	Aplicar al desarrollo de brotes nuevos

SISTEMAS DE APLICACIÓN

En fertirrigación a través del riego por goteo.

En drench aplicado al suelo a pie de planta.

A través de riego por aspersión.

CONDICIONES DE APLICACIÓN

CHITOSAN es ideal para suelos y aguas con pH 6.5 y 9.0; bajo estos parámetros mejora la asimilación de nutrientes a nivel radicular.

FITOTOXICIDAD

CHITOSAN no es fitotóxico siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA

Ligeramente Peligroso