



Universidad César Vallejo

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

Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción
en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

García Talledo, Eder Milton (orcid.org/0000-0002-1576-6514)

Reto Gómez, Karla Lucero (orcid.org/0000-0002-4240-4711)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (orcid.org/0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto de investigación a nuestras familias que confían en nosotros, apuestan por nuestros sueños y metas el cual es un paso más para mejorar cada día y contribuir con un grano de arena al cuidado del ambiente, estamos felices de poder satisfacer sus expectativas y poder lograr este tan ansiado sueño.

García Talledo, Eder Milton

Reto Gómez, Karla Lucero

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por brindarnos la oportunidad de crecer como profesionales y desarrollar nuestro potencial para convertirnos en mejores profesionales y aportar a la sociedad como futuros ingenieros.

García Talledo, Eder, A todos aquellos que contribuyeron a este trabajo. A mi familia, por su inquebrantable apoyo; a mis amigos, por su ánimo constante; y a mis profesores, por su sabiduría y orientación. Este logro no habría sido posible sin ustedes.

Reto Gómez, Karla, a mis padres, hermanos, abuelita que han sido mi fortaleza todos estos años, quienes oraron sin cesar por mi bienestar en toda la carrera, a Luis, que dentro del trayecto su vida ha sido una inspiración de superación. Infinitas gracias a toda mi familia.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LOZANO SULCA YIMI TOM, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023", cuyos autores son GARCIA TALLEDO EDER MILTON, RETO GOMEZ KARLA LUCERO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He 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 me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LOZANO SULCA YIMI TOM DNI: 41134872 ORCID: 0000-0002-0803-1261	Firmado electrónicamente por: YTLOZANOS el 01- 12-2023 14:20:13

Código documento Trilce: TRI - 0676209





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, GARCIA TALLEDO EDER MILTON, RETO GOMEZ KARLA LUCERO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023", 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
EDER MILTON GARCIA TALLEDO DNI: 42087442 ORCID: 0000-0002-1576-6514	Firmado electrónicamente por: EDGARCIATA el 01-12- 2023 17:25:32
KARLA LUCERO RETO GOMEZ DNI: 72623116 ORCID: 0000-0002-4240-4711	Firmado electrónicamente por: KARETOGO el 01-12- 2023 14:28:59

Código documento Trilce: TRI - 0676224



Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor/autores	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	16
3.1.Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variable y operacionalización	16
3.3.Población, muestra y muestreo.....	17
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5.Procedimiento	19
3.6.Método de análisis de datos	21
3.7.Aspectos éticos.....	21
IV.RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN	49
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS.....	65

Índice de tablas

Tabla 1. Caracterización Inicial de las muestras sintéticas_____	22
Tabla 2. Tratamientos con peróxido de sodio _____	22
Tabla 3. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T1 con Na ₂ O ₂ _____	23
Tabla 4. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T2 con Na ₂ O ₂ _____	23
Tabla 5. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T3 con Na ₂ O ₂ _____	24
Tabla 6. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T1 con Na ₂ O ₂ _____	24
Tabla 7. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T2 con Na ₂ O ₂ _____	25
Tabla 8. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T3 con Na ₂ O ₂ _____	25
Tabla 9. Porcentaje de remoción con Na ₂ O ₂ a 30 minutos _____	26
Tabla 10. Porcentaje de remoción con Na ₂ O ₂ a 60 minutos _____	27
Tabla 11. Tratamiento con sulfato de hierro _____	27
Tabla 12. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T1 con FeSO ₄ _____	28
Tabla 13. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T2 con FeSO ₄ _____	28
Tabla 14. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T3 con FeSO ₄ _____	29
Tabla 15. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T1 con FeSO ₄ _____	29
Tabla 16. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T2 con FeSO ₄ _____	30
Tabla 17. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T3 con FeSO ₄ _____	30
Tabla 18. Porcentaje de remoción FeSO ₄ a 30 minutos _____	31
Tabla 19. Porcentaje de remoción con FeSO ₄ a 60 minutos _____	32
Tabla 20. Dosis optima del agente oxidante _____	32
Tabla 21. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la concentración de color _____	33
Tabla 22. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la concentración de color _____	33
Tabla 23. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la concentración de color _____	34
Tabla 24. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la turbidez _____	35
Tabla 25. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la turbidez_____	35
Tabla 26. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Turbidez _____	36

Tabla 27. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Conductividad _____	37
Tabla 28. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Conductividad _____	37
Tabla 29. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Conductividad _____	38
Tabla 30. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Concentración de color (UC) _____	39
Tabla 31. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Concentración de color (UC) _____	40
Tabla 32. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Concentración de color (UC) _____	41
Tabla 33. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Turbidez (NTU) _____	41
Tabla 34. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Turbidez (NTU) _____	42
Tabla 35. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Turbidez (NTU) _____	43
Tabla 36. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Conductividad (uS) _____	43
Tabla 37. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Conductividad (uS) _____	44
Tabla 38. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Conductividad (uS) _____	45
Tabla 39. Prueba de ANOVA según la dosis de Na ₂ O ₂ _____	46
Tabla 40. Prueba de Tukey según las dosis de Na ₂ O ₂ _____	46
Tabla 41. Prueba de ANOVA según las dosis de FeSO ₄ _____	47
Tabla 42. Prueba de Tukey según las dosis de FeSO ₄ _____	48

Índice de figuras

Figura 1. categorías de colorantes y sus aplicaciones industriales _____	11
Figura 2. Clasificación de los enlaces de colorantes azoicos como monoazo, diazo, triazo y poliazo _____	12
Figura 3. Fuentes de contaminación por colorantes sintéticos presente en efluentes textiles _____	13
Figura 4. Esquema que describe los procesos corona para la generación de ozono _____	15
Figura 5. Validación de equipos de laboratorio _____	18
Figura 6. Media de porcentaje de remoción según dosis _____	34
Figura 7. Media de porcentaje de remoción según tiempo _____	35
Figura 8. Media de porcentaje de remoción según dosis _____	36
Figura 9. Media de porcentaje de remoción según tiempo _____	37
Figura 10. Media de porcentaje de remoción según dosis _____	38
Figura 11. Media de porcentaje de remoción según tiempo _____	39
Figura 12. Media de porcentaje de remoción según dosis _____	40
Figura 13. Media de porcentaje de remoción según tiempo _____	41
Figura 14. Media de porcentaje de remoción según dosis _____	42
Figura 15. Media de porcentaje de remoción según tiempo _____	43
Figura 16. Media de porcentaje de remoción según dosis _____	44
Figura 17. Media de porcentaje de remoción según tiempo _____	45

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar cuál es el agente oxidante más influyente en la oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel laboratorio; para lo cual se aplicó como tipo de estudio una investigación aplicada de diseño experimental.

En los objetivos, la eficiencia del agente oxidante peróxido de sodio en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua es mayor al incrementar el tiempo y la dosis. La eficiencia del agente oxidante sulfato ferroso presentó una eficiencia de remoción con una mayor dosis y un mayor tiempo, siendo que, con un tiempo de 30 minutos, aunque se logró una remoción no se llegó alcanzar un porcentaje mayor al 50%, mientras que con un tiempo de 60 minutos los resultados lograron alcanzar porcentajes del 50% para color, 57% para turbidez y 45% para conductividad, incrementando su eficiencia ligeramente. La dosis optima de los agentes oxidantes fue de 10 g. siendo que con esta dosis se logró remociones por encima del 90%, obteniendo una concentración final de 2.4 UC siendo su concentración inicial de 27.5 UC, obteniendo a simple vista un líquido completamente claro.

Palabras clave: colorante, sintético, oxidante, oxidación.

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate which is the most influential oxidizing agent in the oxidation of the synthetic dye azo dye amaranth for the removal in water bodies at laboratory level; for which an applied research of experimental design was applied as type of study.

In the objectives, the efficiency of the oxidizing agent sodium peroxide in the removal of the synthetic dye amaranth azo dye from water bodies is higher with increasing time and dose. The efficiency of the oxidizing agent ferrous sulfate showed a higher removal efficiency with a higher dose and a longer time, being that, with a time of 30 minutes, although a removal was achieved, it did not reach a percentage higher than 50%, while with a time of 60 minutes the results achieved percentages of 50% for color, 57% for turbidity and 45% for conductivity, increasing its efficiency slightly. The optimum dose of the oxidizing agents was 10 g, and with this dose, removals of over 90% were achieved, obtaining a final concentration of 2.4 UC with an initial concentration of 27.5 UC, obtaining a completely clear liquid at first sight.

Keywords: dye, synthetic, oxidant, oxidation.

I. INTRODUCCIÓN

A escala mundial, con el sector textil se generan ingresos alrededor de un billón de dólares anuales, representando el 7% de todas las exportaciones y da empleo a unos 35 millones de personas (Desore A. y Narula S., 2018, p.1).

Pero a pesar de su indiscutible importancia, esta industria es una de las más contaminantes del mundo y utiliza mucho combustible y productos químicos (Bhatia S., 2017, p.10).

Aunque la producción textil mundial ha aumentado recientemente como consecuencia del crecimiento de la población y el aumento del nivel de vida, la enorme cantidad de residuos peligrosos que produce es motivo de grave preocupación (Pervez Md N. et al., 2021, p.719). Siendo una de las actividades humanas que más agua contamina y utiliza es la industria textil (Lellis B. et al., 2019, p.1).

Cuando se vierten directamente en los arroyos sin un tratamiento suficiente, las aguas residuales textiles (RTV) son una de las aguas residuales que suponen una mayor amenaza para los ecosistemas (Kumar R. y Saravanan A., 2017, p.1). El agua producida puede incluir diversos contaminantes en cantidades variables (Zhao Shuaifei et al., 2020, p.3).

El sector textil produce grandes cantidades de aguas residuales con altas concentraciones de colorantes azoicos y su impacto en los lodos activados de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales es un paso crucial en el proceso de purificación de los colorantes azoicos (Yotinov I. et al., 2023, p.1).

Como tintes, persistentes y sintéticos, fenoles, formaldehído, ftalatos, tensioactivos, compuestos clorofenólicos y aromáticos, metales pesados cloruros y sulfatos son sólo algunos de los contaminantes presentes en las aguas residuales de la industria textil (Kishor R. et al., 2021, p.2).

Sin embargo, los productos químicos sintéticos, los pigmentos y los tintes complican los efluentes y los lodos de depuradora, perjudicando al ecosistema (Chen Xiaohui et al., 2021, p.2).

Las dificultades existentes en el tratamiento de aguas residuales pueden resolverse mediante procesos de oxidación avanzada (POA) (Jiang Hanfeng et al., 2023, p.1). En comparación con las técnicas biológicas o fisicoquímicas convencionales, estos sistemas presentan varias ventajas (Clematis D. et al., 2017, p.2).

Dentro de los métodos de POA se encuentran la oxidación por ozono, la oxidación electroquímica, la oxidación de Fenton, la fotólisis y la fotocatalisis, la radiación y la sonólisis (Saravanan A. et al., (2022, p.5).

Estos procesos de oxidación son considerados atractivos al eliminan los tintes sintéticos descomponiendo las sustancias químicas orgánicas nocivas, como los compuestos orgánicos biorrefractarios y peligrosos (Shin J. et al., 2021, p.3).

PG: ¿Cuál es el agente oxidante más influyente en la oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel laboratorio?

- ✓ **PE1:** ¿En qué medida el agente oxidante peróxido de sodio influye en la remoción del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel laboratorio?
- ✓ **PE2:** ¿En qué medida el agente oxidante sulfato ferroso influye en la remoción del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel laboratorio?
- ✓ **PE3:** ¿Cuál es la dosis optima de los agentes oxidantes en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio?

OG: Evaluar cuál es el agente oxidante más influyente en la oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel laboratorio

- **OE1:** Determinar la eficiencia del agente oxidante peróxido de sodio en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio.

- **OE2:** Determinar la eficiencia del agente oxidante sulfato ferroso en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio
- **OE3:** Calcular la dosis optima de los agentes oxidantes en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio

HG: El agente oxidante más influyente presenta remoción del colorante sintético azoico amaranto en cuerpos de agua a nivel laboratorio.

- **HE1:** La eficiencia del agente oxidante peróxido de sodio presenta remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio.
- **HE2:** La eficiencia del agente oxidante sulfato ferroso presenta remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio
- **HE3:** La dosis optima de los agentes oxidantes presenta remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio

Ante lo expuesto se detallan las siguientes justificaciones:

Justificación teórica, ya que, se intenta generar un cambio en la eliminación de los efluentes con colorantes sintéticos en cuerpos de agua sin un tratamiento previo, buscando generar reflexión mediante los conocimientos brindados a lo largo del estudio sobre la remoción mediante el proceso de oxidación. **Justificación metodológica**; se da, proponiendo la oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, para brindar conocimientos viables y seguros. **Justificación social**; debido a que los parámetros de aguas con presencia de colorantes sintéticos en su vertimiento presentan valores por encima de los permitidos, este estudio contribuye con un tratamiento de las aguas sintéticas antes de su vertimiento, ayudando que los efluentes producidos pueden utilizarse para otros fines y no causen problemas medioambientales. En la **justificación económica**, se brinda un método económicamente rentable y accesible, ya que los reactivos como los dos oxidantes usados son de fácil obtención en el mercado.

II. MARCO TEÓRICO

Bibi Amina et al., (2022, p.1); en este trabajo el objetivo fue examinar un novedoso material compuesto de óxido de grafeno modificado con ácido poliacrílico (GO-PAA) para la remediación de fenol en aguas residuales sintéticas y reales. En la metodología; con ayuda de microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía electrónica de transmisión (TEM), espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), análisis de dispersión de energía de rayos X (EDX) y Brunauer-Emmet-Teller (BET), se investigaron física y químicamente el óxido de grafeno (GO) y el GO-PAA. Los resultados mostraron que la adsorción óptima se produjo a pH 2 y temperatura 25 °C. La capacidad de adsorción del GO-PAA fue el doble que en el caso del GO no modificado. Además, la isoterma de adsorción de Langmuir resultó ser la más adecuada para describir el proceso de adsorción del fenol, y los estudios termodinámicos confirmaron la espontaneidad y la naturaleza exotérmica del proceso de adsorción. El GO-PAA fue capaz de eliminar el 75% y el 18% del fenol de las aguas residuales sintéticas y reales, respectivamente, en condiciones óptimas de pH 2 y 25 °C.

Shahamat Y. et al., (2022, p.1); presenta como objetivo eliminar las moléculas orgánicas resistentes mediante métodos avanzados de oxidación. Como metodología; el software de diseño de experimentos utilizó el diseño Box-Behnken para ejecutar el diseño experimental y la optimización, y se establecieron sus condiciones ideales. Se exploró el método de eliminación de colorantes, que implica la presencia de gas ozono y UV (125 w), así como diversos valores de pH (5-10) y periodos de reacción (10-60 min), a una concentración inicial (25-100 mg/L), para evaluar el impacto de estos factores. En los resultados; se obtuvieron los resultados del ANOVA con un nivel de confianza del 99%, alta regresión y valores de ajuste. Se utilizó una concentración inicial de colorante de 100 mg/L, una duración de la reacción de 60 min, un pH de 7,5, un flujo de gas de ozono y rayos UV para alcanzar la mejor eficiencia de eliminación del 100%. El proceso híbrido O₃/UV, que presenta ventajas como el rendimiento y la alta velocidad, se sugiere por tanto

en el presente estudio como una forma eficaz de eliminar el azo rojo-60 y tratar las aguas residuales en diversos sectores.

Javanbakht V. y Mohammadian M., (2021, p.1); en este trabajo el objetivo fue; utilizar nanopartículas de dióxido de titanio sintetizadas por sol-gel para modificar la superficie de la bentonita, un importante material geotécnico utilizado en ingeniería medioambiental, seguido de la precipitación de contenidos variados de nanopartículas de plata. En la metodología; los nanocompuestos de bentonita/TiO₂/Ag preparados se examinaron mediante diversos métodos y se utilizaron en los procesos de degradación fotocatalítica por UV, degradación fotocatalítica asistida por peróxido de hidrógeno, oxidación catalítica por peróxido de hidrógeno y adsorción para eliminar los colorantes poli azo aniónico rojo directo 80 y azo catiónico azul de metileno. Además, se investigó el impacto de varios factores que influyen en la eliminación del colorante, como el pH inicial, la concentración de colorante y la concentración de H₂O₂. En los resultados; cuando se evaluaron las eficiencias de degradación de colorantes de varios métodos, se comprobó que eran mayores en el siguiente orden: adsorción > oxidación catalítica con peróxido de hidrógeno > degradación fotocatalítica asistida por peróxido de hidrógeno. Para el rojo directo 80 y el azul de metileno, respectivamente, las eficiencias máximas de eliminación de colorantes se observaron cuando se utilizaron 0,03 g del nanocompuesto con un contenido de plata del 0,25% en el procedimiento de oxidación avanzada.

Alderete B. et al., (2021, p.1); el objetivo de este estudio era evaluar el potencial mutagénico y la toxicidad de efluentes sintéticos tratados (TSE) y efluentes sintéticos tratados (GSE), ambos con el colorante azoico Amido Black 10B (AB10B). En la metodología; los efectos toxicológicos agudos y la mutagénesis cromosómica se evaluaron mediante las pruebas de *Daphnia magna* y *Allium cepa*, respectivamente. El experimento con *Salmonella/microsomas* se utilizó para evaluar las mutaciones génicas. Con objeto de determinar el potencial mutagénico y carcinogénico de los subproductos de la descomposición del AB10B, también se llevaron a cabo experimentos *in silico*. En los resultados; los tratamientos con EET provocaron

una inmovilidad del 100% en *D. magna*, con valores de EC50 en torno al 5% tras 24 y 48 horas, pero el GSE no mostró toxicidad aguda. Sin embargo, el GSE sí provocó cambios cromosómicos en la prueba de *A. cepa*. Las cepas de *S. typhimurium* fueron resistentes tanto a la capacidad del GSE como a la de la TSE de provocar alteraciones genéticas. Estos efectos pueden atribuirse a dos subproductos, la 4-nitroanilina y el -2-7-triamino-8-hidroxi-3-6-naftalinedisulfato (TAHNDS), que se producen cuando se rompen los enlaces azoicos del AB10B.

Wang Shun et al., (2022, p.1); en este trabajo el objetivo fue; crear un adsorbente eficaz (CMP-Im) para examinar el esqueleto conjugado y catiónico racional para la eliminación de colorantes aniónicos. En la metodología; esto se consiguió mediante dos pasos de modificación postsintética para insertar imidazolio en un polímero microporoso conjugado (CMP). Todos estos polímeros mostraron una notable estabilidad y arquitecturas de porosidad intrínseca. El CMP-Im presentaba una superficie Brunauer-Emmett-Teller (BET) de 533 m² g⁻¹ y contenía un armazón unitario de imidazolio catiónico que favorecía la interacción con los visitantes aniónicos. En los resultados; la estructura conjugada, catiónica y porosa de la CMP-Im permitió la adsorción rápida y eficaz de colorantes aniónicos como el naranja de metilo (MO) y el rojo Congo (CR), con capacidades de adsorción respectivas de 588 y 2500 mg g⁻¹. Cuando la CMP-Im se empleó como relleno para crear columnas empaquetadas y perlas de adsorción, demostró igualmente una capacidad de eliminación sobresaliente. En consecuencia, la CMP-Im puede ser una opción viable para la eliminación de colorantes del agua. Esta investigación amplía el uso de CMP catiónicos en la adsorción de colorantes y permite la investigación de CMP postsintéticos.

Rostamzadeh S. y Sadeghi S., (2022, p.2); en este trabajo tuvo como objetivo, se exploró una técnica para eliminar selectivamente colorantes de soluciones acuosas utilizando nanocompuestos de nanopartículas de óxido de zinc dopadas con níquel (Ni_{0,02}Zn_{0,98}O) fotocatalizadores basados en arcilla bentonita. Además de XRD, SEM y EDX, el nanocompuesto se estudió mediante FTIR, UV-Vis y espectroscopia molecular. Se investigaron tintes

diana como el violeta cristalino (CV), el naranja de metilo (MO) y el rojo congo (CR). Se examinaron y ajustaron los efectos de varios factores, como el pH, la dosis de adsorbente, la duración del contacto y la iluminación, sobre la velocidad de eliminación del colorante. Los resultados mostraron mejoras significativas en la eliminación de MO, CV y CR en un 90%, 98% y 93%, respectivamente, para los mecanismos acoplados de adsorción y fotocatalisis con tiempos de iluminación de 120 min para CR y 240 min para MO y CV. Los productos finales de fotodegradación se analizaron por GC-MS para detectar el mecanismo de decoloración. La cinética de decoloración por nanocompuestos puede describirse bien mediante el modelo de pseudo-primer orden. Finalmente, el método propuesto se aplicó con éxito para decolorar el efluente de una fábrica textil.

Munir Ruba et al., (2023, p.1); en su trabajo la metodología del presente estudio se basó en la fabricación de compuestos de nanobiocarbón verde a partir de tallos de maíz y óxido metálico verde, que produjeron óxido de cobre/biocarbón, óxido de zinc/biocarbón, óxido de magnesio/biocarbón, óxido de manganeso/biocarbón y biocarbón para la eliminación de colorantes en combinación con el humedal construido (CW). En los resultados; según el orden de óxido de cobre/biocarbón > óxido de magnesio/biocarbón > óxido de zinc/biocarbón > óxido de manganeso/biocarbón > biocarbón > control (sin biocarbón), respectivamente, la mejora del biocarbón en los sistemas de humedales desarrollados ha aumentado la eficiencia de eliminación de colorantes hasta el 95%. Mientras que la eficiencia de eliminación de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y el Oxígeno Disuelto (OD) aumentaron con la duración de la retención hidráulica de alrededor de 7 días durante 10 semanas, la eficiencia del pH ha mejorado manteniendo el pH entre 6.9-7.4. Se observó una baja eficacia de eliminación de los sólidos disueltos totales (SDT) desde el control (10,11%) hasta el óxido de cobre/biocarbón (64,44%) y de la conductividad eléctrica (CE) desde el control (8%) hasta el óxido de cobre/biocarbón (68%) con un tiempo de retención hidráulica de unos 7 días durante 10 semanas.

Babakir B. et al., (2022, p.1); en este estudio el objetivo fue; utilizar un nanoadsorbente novedoso y barato denominado nanocompuesto de poli(ácido 3-aminobenzoico/óxido de grafeno/ferrita de cobalto) (P3ABA/GO/CoFe). En la metodología; este se fabricó mediante un proceso de polimerización fácil y directo para eliminar tintes azoicos aniónicos peligrosos (rojo Congo (CR)) de soluciones acuosas a través de un método de adsorción sencillo. Típicamente, el ácido 3-aminobenzoico (3ABA), como monómero, se polimerizó químicamente con óxido de grafeno (GO). Se examinó la eficacia de la eliminación del colorante de la solución acuosa por el adsorbente en relación con una serie de variables, como el pH de la solución, la concentración de colorante, la dosis de adsorbente, la duración del contacto y la temperatura. En los resultados; el nanocompuesto R demostró una elevada capacidad de adsorción (153,92 mg/g) y eliminación para el colorante CR (98%) a pH 5. La adsorción del colorante se ajustó mediante un modelo de Langmuir (R entre 0,9980 y 0,9995) a varias temperaturas y un modelo cinético que era de pseudo-segundo orden (nanocompuesto R). El proceso de adsorción fue una reacción endotérmica y espontánea, según los datos termodinámicos. Se descubrió que el adsorbente P3ABA/GO/CoFe₂O₄ tenía una reutilización máxima de seis ciclos.

Nizam N. et al., (2022, p.1); en su trabajo el objetivo de este estudio es estudiar cómo afecta el pretratamiento del grafito de residuos agrícolas a la capacidad del GO para adsorber colores e iones de metales pesados. En la metodología; mediante investigaciones de adsorción por lotes, que se llevaron a cabo en condiciones operativas de temperatura de activación (25-55 °C), duración del contacto (2-20 min), dosis (0,02-0,1 g) y pH (2-12) utilizando una relación de impregnación de 1:4, se evaluó el impacto del pretratamiento sobre las características, el comportamiento y el rendimiento del GO. En los resultados; el análisis morfológico mostró que el GO pretratado con NaOH (GO-N) presentaba una superficie más porosa que el GO pretratado con H₂SO₄ (GO-H). Las isotermas de Langmuir muestran que las capacidades máximas de adsorción monocapa para la eliminación eficiente de CR, MB y Cd (II) sobre GO-N en comparación con GO-H fueron de 299,38, 311,54 y 107,65 mg g⁻¹. Además, los resultados demostraron que los datos

experimentales para CR y MB, incluyendo Cd (II) con GO-N, se ajustaron bien al modelo de pseudo-segundo orden con un mejor coeficiente de correlación R2 ($R2 > 0.9$) registrado.

Feijoo S. et al., (2022, p.1); en este estudio el objetivo fue; examinar la degradación de la carbamazepina (CBZ) en varias matrices, incluidos reactores discontinuos, discontinuos alimentados y continuos. En la metodología; las matrices incluían agua limpia, efluentes secundarios sintéticos, alto y bajo contenido orgánico/iónico, sistemas de un solo componente y sistemas multicomponente. En los resultados; las especies iónicas presentes de forma natural en las aguas residuales, como los iones sulfato y nitrato, tienen la capacidad de limpiarse a sí mismas incluso cuando están presentes en bajas cantidades, y la elección del funcionamiento del reactor tiene un impacto sustancial en el rendimiento. Este trabajo demuestra el potencial para crear eAOP más eficaces que no requieran productos químicos adicionales, lo que permite reducir los flujos de residuos secundarios al tiempo que se reduce el uso de energía y se aumenta la eficacia de la degradación. Incluso con los efectos negativos de las reacciones de competencia de otros constituyentes de las aguas residuales, el tratamiento de efluentes de aguas residuales secundarias contaminadas con CBZ en modo alimentado por lotes podría resultar en un aumento de hasta 2,1 veces en la degradación y una reducción del 60% de la energía en comparación con un equivalente por lotes.

Así mismo para abordar más afondo en el problema de estudio se describe los siguientes conceptos de cada variable de investigación:

Podemos empezar señalando que, a pesar de los considerables avances científicos y tecnológicos, la contaminación del agua sigue siendo uno de los problemas medioambientales más graves a los que se enfrenta el planeta en la actualidad (Khodamorady M. y Bahrami K., 2023, p.1).

Siendo, por un lado, la escasez a nivel mundial de agua un gran problema de los últimos 10 años (Mordechay E. et al., 2022, p.1). Así como el vertido incontrolado de contaminantes orgánicos; que enfrentan muchas naciones

industrializadas y economías en desarrollo actualmente y el que ocasiona que el tratamiento del agua se convierta en un principal desafío (Cheng K. et al., 2029, p. 613).

Actualmente hay una grave escasez de agua dulce en muchas zonas debido a factores como el cambio climático, las graves sequías, la expansión de la población, el aumento de la demanda y la mala gestión durante las últimas décadas (Salehi M., 2022, p.1). En 2050, el 68% de la población mundial, es decir, el 55% de las personas, vivirá en ciudades, y el 25% de ellas se enfrentará ya a algún grado de estrés hídrico (Lund Schlamovitz J. y Becker P., 2021, p.2).

Cuando el suministro de agua natural e higiénica es insuficiente para satisfacer la demanda, o cuando es inferior a 1.000 m³ por persona y año, se dice que hay escasez de agua (Kumari U. et al., 2021, p.197). Ante ello; los contaminantes orgánicos se vierten de manera deliberada en el medio ambiente a través de diversas fuentes, como la quema de combustibles fósiles, la industria química, el transporte, los pesticidas utilizados en la agricultura y la cloración del agua (Thakur M. y Pathania D., 2020, p.245).

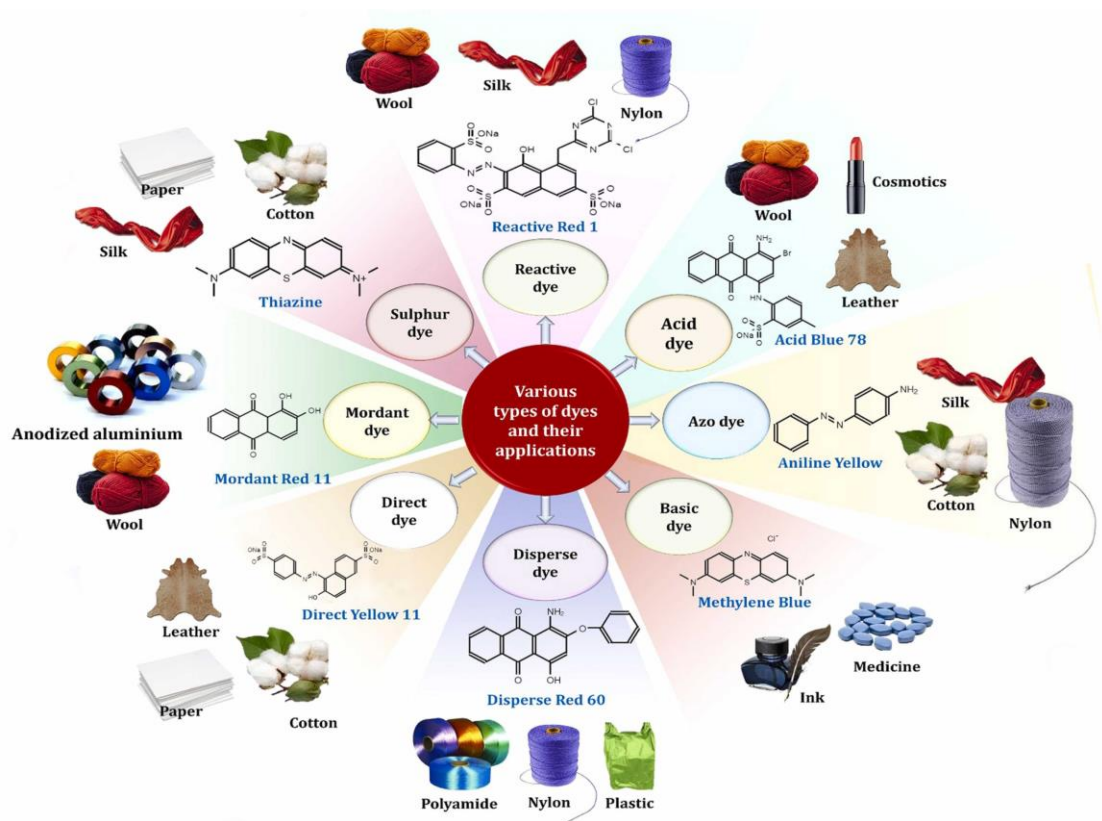
En 2016 se generaron 217 millones de metros cúbicos de efluentes de la industria textil, de los cuales entre 30 y 40 millones de metros cúbicos se utilizaron normalmente para procesos de teñido (Sakamoto et al., 2019 citado en Sakib Md N. et al., 2022, p.2).

La industria textil y de la moda es fuente de innumerables puestos de trabajo, pero es innegable que también está considerada como la más contaminante, energética e ineficiente del mundo (sólo superada por la petrolera), debido a la amplia explotación de recursos y al consumo de productos químicos tóxicos (Dhir Y., 2021, p.31). Aproximadamente el 11% del PIB del país y una cantidad significativa de puestos de trabajo fueron generados por la industria textil, donde los colorantes azoicos son esenciales para la producción de textiles, tintes, impresión y papel (Ravindiran G. et al., 2023, p.2).

Entre estos contaminantes, se encuentran una amplia variedad de tintes tóxicos que presentan en su composición metales pesados como mercurio, cromo, cadmio, plomo y arsénico (Singha K. et al., 2021, p.2).

Entre los tintes más usados por el sector textil se encuentra con frecuencia; tintes sintéticos azoicos, directos, reactivos, mordientes, ácidos, básicos, de dispersión y sulfurosos (Al-Tohamy R. et al., 2022, p.1). como se aprecia en la figura 1.

Figura N°1. categorías de colorantes y sus aplicaciones industriales



Fuente: Al-Tohamy R. et al., (2022, p.4)

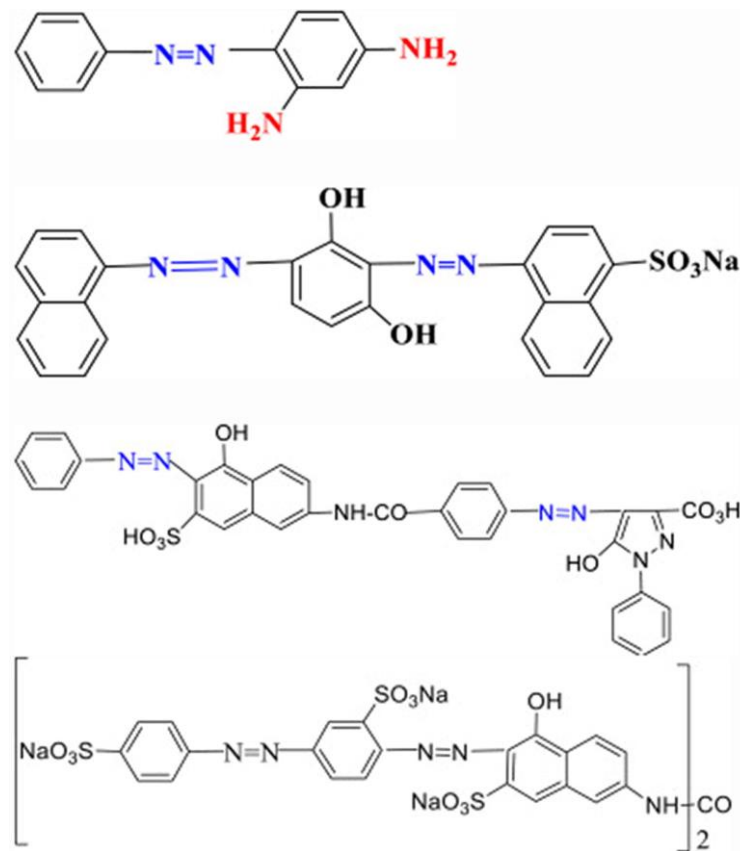
Los colorantes azoicos se utilizan a menudo en la industria textil porque son menos caros, más fáciles de fabricar, más adaptables y tienen una gama de usos más amplia (Srinivasan S. y Sadasivam S., 2021, p.2).

Los anillos de fenilo y naftilo que presentan este tipo de colorante están conectados por uno a tres enlaces azoicos en los colorantes azoicos, que

suelen sustituirse por otros grupos funcionales como amina triazina, cloro, hidroxilo, etc. (Kumari S. et al., 2023, p.381).

Los colorantes solubles en agua con uno o más grupos azo (-N-doble N-) y sulfónico (SO_3^-) se conocen como colorantes azoicos y son de gran importancia económica; pueden tener varios enlaces azoicos (Muniyasamy A. et al., 2020, p.3). (Ver figura 2).

Figura N°2. Clasificación de los enlaces de colorantes azoicos como monoazo, diazo, triazo y poliazo



Fuente: Benkhaya S. et al., (2020, p.2).

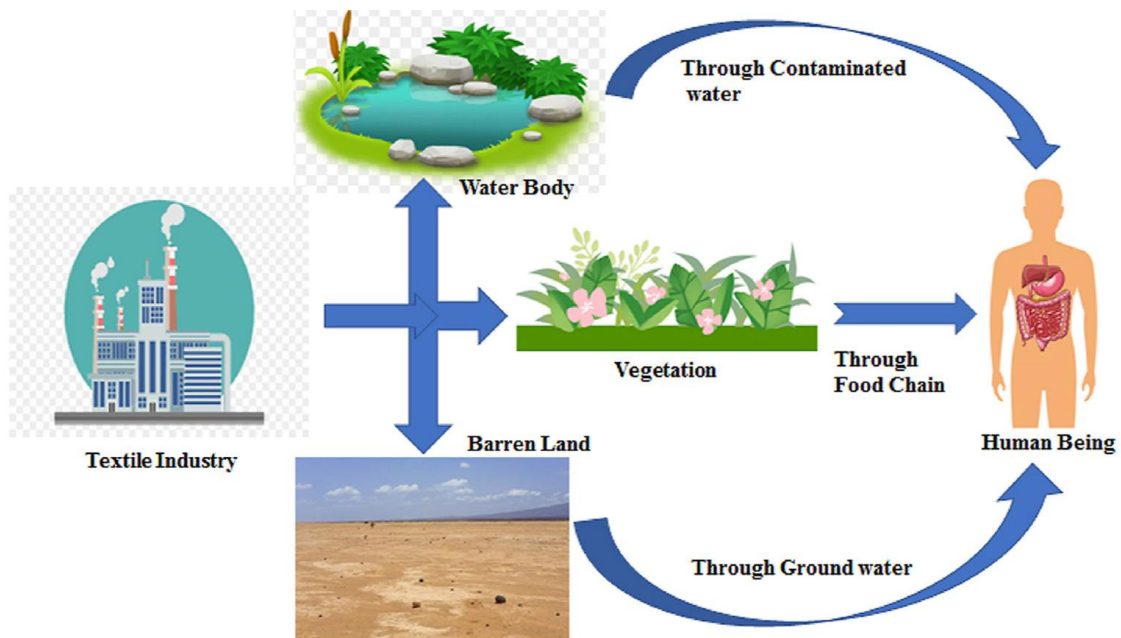
Los tintes monoazo son los que tienen un enlace nitrógeno-nitrógeno (también conocido como enlace N-doble N), junto con los tintes diazo, triazo y poliazo, como se observa en la figura 2.

En su uso, el colorante azoico tiene repercusiones éticas y legales debido a sus efectos nocivos para el medio ambiente y la salud de los seres vivos (Maiti S. et al., 2022, p.2).

Debido a que la industria textil emplea diversos tintes, productos químicos y otras sustancias para conferir a los tejidos las propiedades deseadas; los efluentes producidos son tales que no pueden utilizarse para otros fines y pueden causar problemas medioambientales si se eliminan de forma inadecuada (Madhav S. et al., 2018, p.1).

Contaminando el suelo y el agua cuando los residuos textiles se vierten en humedales u otras masas de agua; mediante el proceso húmedo (Khan W. et al., 2022, p.1).

Figura N°3. Fuentes de contaminación por colorantes sintéticos presente en efluentes textiles



Fuente: Khan Waseem U. et al., (2022, p.1)

Así como se aprecia en la figura los tintes sintéticos hacen que los líquidos residuales sintéticos se filtren en el suelo, el agua y el cuerpo humano.

Las aguas residuales no tratadas perjudican a las criaturas acuáticas al eutrofizar el agua, cambiar su color y reducir sus niveles de oxígeno (Zafar S. et al., 2022, p.2).

Además, de las especies acuáticas se presenta efectos tóxicos en los animales y seres humanos. Donde los diversos colorantes sintéticos ozoicos

producen sustancias químicas naturales tóxicas y mutagénicas (Rawat D. et al., 2018, p.3).

La creación de técnicas de biorremediación extremadamente eficaces para la eliminación de tintes sintéticos es necesaria para reducir el riesgo que suponen los efluentes textiles.

Ante ello, los POA basados en el proceso de ozonización, que incluye la rotura oxidativa de la molécula de colorante orgánico, por oxidación directa y radical, se han identificado como un enfoque de remediación viable para la eliminación de colorantes (Muniasamy A. et al., 2020, p.4).

El cual una vez disuelto en el agua, pasa por complicados procesos de oxidación y descomposición; donde el ozono es un gas reactivo de baja solubilidad que suele producirse in situ (para alcanzar 1 a 2 ppm) utilizando aire seco u oxígeno puro mediante una descarga de corona de alta tensión (Maynard E. y Whapham C., 2020, p.2).

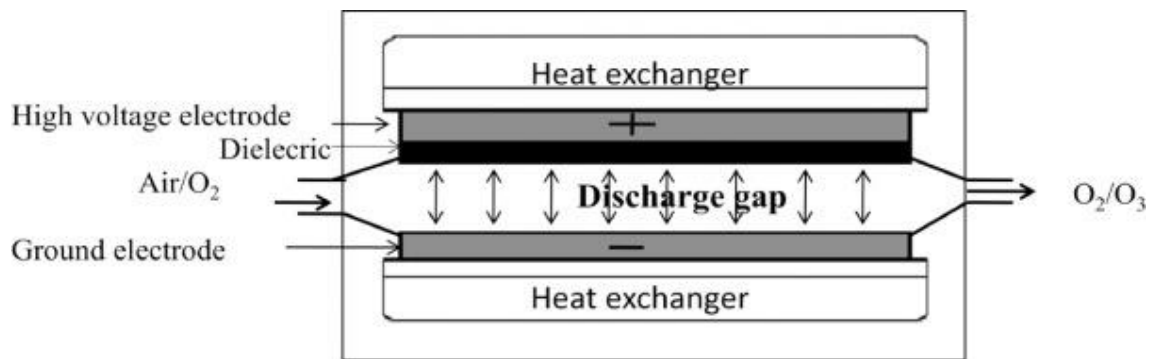
Esta técnica de tratamiento oxidativo descompone los flóculos de lodos en pequeñas partículas dispersas para mejorar la biodegradabilidad de los sólidos y aumentar la hidrólisis de los lodos (Nazari L. et al., 2018, p.2).

Uno de los objetivos de este método en el tratamiento del agua es reducir los microcontaminantes orgánicos, que normalmente se consideran eficaces en la ozonización (por ejemplo, medicamentos, productos de cuidado personal, pesticidas, compuestos de sabor y olor) (Manasfi T. et al., 2021, p.85).

Dado que el ozono es un gas inestable, es necesario producirlo in situ y la técnica de descarga, que incluye la aplicación de una descarga de alto voltaje en una fase gaseosa enfriada/seca que contiene oxígeno o aire, es la base de la tecnología de generación de ozono disponible comercialmente (Rekhate C. et al., 2020, p.3).

El esquema de la Fig. 4 ilustra los procedimientos esenciales que dan lugar a la producción de ozono durante la descarga eléctrica silenciosa.

Figura N°4. Esquema que describe los procesos corona para la generación de ozono



AC= 10000V

Fuente: Rekhate C. et al., (2020, p.3)

Es así como, la ozonización puede utilizarse después de la coagulación porque mejora la coagulación en general al reducir la estabilización electrostática, potenciar la aglomeración y reducir la turbidez en general (Guhananthan A. et al., 2023, p.277).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: El presente estudio estará centrado en un tipo de investigación aplicada; el cual busca resolver problemas planteados y despejar hipótesis de un problema que engloba a la sociedad; contribuyendo al avance de los conocimientos en un ámbito determinado (Abrahamse W., 2019, p.3). Siendo que la finalidad y principal objetivo del estudio será evaluar cuál es el agente oxidante más influyente en la oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua.

3.1.2. Diseño de investigación: Experimental. Siendo que Byron F. et al., (2018, p.283), describe el diseño experimental como una manera para identificar y cuantificar las fuentes de un efecto en un estudio experimental mediante un enfoque estadístico denominado diseño experimental.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Remoción del colorante sintético azoico amaranto

Definición conceptual: La remoción de los colorantes sintéticos puede realizarse mediante procesos biológicos, físicos o fisicoquímicos; el proceso fisicoquímico, mediante la oxidación química en particular, elimina los SST y NT, así como la mayor parte de la carga orgánica del efluente y se puede realizar mediante diferentes tipos de agentes oxidantes como (Thomas O. et al., 2017, p.2).

Definición operacional: La reducción del colorante azoico amaranto se determinará mediante los promedios de remoción de la cantidad final menos la cantidad inicial dividido por la cantidad final multiplicado por 100 comparando los valores iniciales con los finales.

Dimensiones: Características fisicoquímicas, Porcentaje de remoción

Indicadores: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Potencial de Hidrógenos, Ozoico amaranto, Temperatura, Eficiencia del proceso

Variable independiente: Oxidación

Definición conceptual: La oxidación química es el proceso de oxidación de contaminantes orgánicos mediante agentes oxidantes en el tratamiento de aguas residuales. La mayoría de los contaminantes orgánicos persistentes pueden degradarse mediante oxidación química añadiendo reactivos (Adeleke O. et al., 2019, p.2).

Definición operacional: Se realizará diferentes tratamientos con 2 corridas cada una y el promedio de remoción utilizando dos tipos de agentes oxidante (agente oxidante hipoclorito de sodio y agente oxidante peróxido de hidrógeno), con diferente dosis para cada uno.

Dimensiones: Agente oxidante, Dosis

Indicadores: Hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno y 10, 20, 30

3.3. Población muestra y muestreo

3.3.1. Población: Agua contaminada con colorante sintético azoico amaranto a nivel de laboratorio

- **Criterio de inclusión:** Agua contaminada en laboratorio únicamente con el colorante sintético amaranto. Con las condiciones necesarias para el estudio.
- **Criterio de exclusión:** Aguas residuales con otro colorante sintético.

3.3.2. Muestra: Esta es representada por 100 ml del agua contaminada con colorante sintético azoico amaranto

3.3.3. Muestreo: El muestreo será no probabilístico, ya que la muestra será elaborada a nivel de laboratorio acondicionándolas con las características requeridas.

3.3.4. Unidad de análisis: Agua sintética acondicionada.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos: La técnica usada en el presente trabajo consistió en el uso de la matriz apriorística, de donde,

posteriormente se analizará la remoción del colorante sintético por oxidación con hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno.

Además, se presentaron los instrumentos los cuales fueron validados para obtener la confiabilidad, ubicados en anexos, encontrándose las fichas de caracterización fisicoquímicas, Proceso 1 con agente oxidante peróxido de sodio (Na_2O_2), Proceso 2 con agente oxidante sulfato de hierro (FeSO_4) y Dosis optima de agente oxidante; siendo dichas fichas indispensables para el recojo de datos necesarios para la tesis.

Así mismo, la validación de los instrumentos y/o equipos para el estudio de investigación, para la obtención de datos; estos son propiedad de la Universidad Cesar Vallejo y cuentan con el certificado de validez.

Figura N°5. Validación de equipos de laboratorio

Equipos	Modelo	Definición	Aplicación
pH metro	HANNA 8424 Serie : S/N	El pH metro cumple la función de brindar la medición de la acidez o basicidad de una solución y por lo general este equipo para mediar el pH se calibra a 25°C (Vitthal S. et al., 2016, p.193).	Se utilizó para determinar los valores del pH inicial del colorante sintético y con ello el promedio.
Balanza	AES 200 Serie: 658745	Una balanza analítica con una legibilidad de 0,1 mg responde rápidamente a los pesos cargados, pero las corrientes de aire y las vibraciones del platillo también pueden afectar a las lecturas de peso mostradas (Schulthess, 2003, p.6120).	Para calcular el peso del colorante azoico amaranto.

Conductímetro	EC HM Digital –E1	Un conductímetro de corriente eléctrica se utiliza para medir el parámetro de conductividad eléctrica (ce) sobre el contenido de sal de una muestra sobre el terreno (Benaabidate L. et al., 2021, p.2).	Se utilizó para medir y determinar la Ce de las muestras de sintéticas en la caracterización fisicoquímica.
Colorímetro	Colorímetro DR890	Para caracterizar y determinar el estado de la muestra, se utiliza el colorímetro para determinar los parámetros críticos y la gama de composiciones químicas (Hemalatha R. et al., 2020, p.69).	Se utilizó para determinar la cantidad de color presente en el agua sintética a la hora de realizar la caracterización para compararla con la reducción al final.
Turbidímetro	Turbidímetro HI 93703	Es una herramienta utilizada para medir la turbidez de una solución, que permite calibrar la cantidad de partículas en suspensión presentes (Thomas M. et al., 2022, p.2).	Se utilizó para determinar el valor de turbidez presente en las 4 muestras sintéticas con presencia del colorante azoico.

3.5. Procedimiento

En primer lugar, se realizará el procedimiento metodológico (búsqueda y elección de documento guía más elaboración del diseño experimental)

En segundo lugar, se contaminará agua de caño con colorante azoico amaranto buscando hacer la simulación de un agua residual industrial textil.

En tercer lugar, se realizará la caracterización fisicoquímica del agua, midiendo los parámetros principales de Color, pH, turbidez y conductividad para cada muestra. Cabe agregar que las comparaciones de resultado inicial y final se dieron en base a los promedios obtenidos en cada parámetro.

M1	Peso de azoico amaranto (g)	Concentración de color (UC) Pt/Co	pH	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS) uS/cm
M2					
M3					
M4					

En cuarto lugar, en el proceso experimental, se realizará la oxidación mediante el método de POAs, utilizando dos oxidantes (peróxido de sodio y sulfato ferroso).

En quinto lugar; en vasos precipitados de 1 L se procedió a introducir el efluente para mezclarlo con ácido sulfúrico de tal modo mantener un pH de 3, ya que en estos procesos se obtiene mejor resultado en medios ácidos.

Sexto, para el primer proceso con el oxidante Peróxido de Sodio (Na_2O_2), se realizó 3 tratamientos definidos con 3 dosis diferentes (1, 5 y 10 g del oxidante), llevados a tiempos de tratamiento de 30 y 60 minutos para cada dosis al finalizar cada tiempo se tomó una muestra para determinar la concentración de color y parámetros extras respectivamente.

Séptimo, de igual modo para el segundo proceso con sulfato de Hierro (FeSO_4), se definió 3 tratamientos con 3 dosis diferentes (1, 5 y 10 g del oxidante), con tiempos de 30 y 60 minutos para cada dosis, al finalizar cada tiempo se tomó una muestra para determinar la concentración de color y parámetros extras respectivamente.

Octavo, en ambos tratamientos se trabajó con el método de jarras a 300 RPM y por cada tratamiento de realizó una corrida inicial y 3 repeticiones.

Por último, se realizará el proceso estadístico, donde se interpretarán los resultados e hipótesis.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos que se obtendrán en cada tratamiento serán plasmados mediante tablas y figuras, así como el uso del programa Microsoft Excel 2016; y softwares estadísticos para los datos estadísticos y la confiabilidad de resultados y se determinará el análisis de datos con el Anova.

3.7. Aspectos éticos

El perfil de la tesis se desarrolla con base en la asesoría de la Universidad Cesar Vallejo de acuerdo con los lineamientos para el desarrollo de tesis del reglamento N°-011, y se establecerá el formato de investigación de la norma mundial ISO 690 relacionado con los derechos de propiedad intelectual.

IV. RESULTADOS

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las 4 muestras de agua preparadas a diferentes pesos.

Tabla N°1. Caracterización Inicial de las muestras sintéticas

Muestra	Peso de azoico amaranto	Concentración de color (UC)	pH	Turbidez	Conductividad
	g	Escala Pt/Co	Unidad	NTU	uS/cm
M1	1	20	7.0	45	5582
M2	5	26	6.8	50	5600
M3	10	30	7.2	62	5670
M4	15	34	6.9	74	5691
Promedio	7.75	27.5	7.0	58	5636

4.1. Proceso 1: En este primer proceso se tuvo como agente oxidante al compuesto peróxido de sodio (Na_2O_2), y con el cual se realizó 3 tratamientos con dosis de 1, 5 y 10 g/L respectivamente, 1 litro de muestra de agua sintética para cada dosis, 1 corrida inicial con 3 repeticiones y considerando 2 tiempos de 30 y 60 minutos. Así mismo cabe resaltar que antes de realizar los tratamientos se estabilizó el valor de pH a 3, tal como se resume en la siguiente tabla.

Tabla N°2. Tratamientos con peróxido de sodio

TRATAMIENTO	OXIDANTE	DOSIS	pH	TIEMPO	CORRIDAS	REPETICIONES
T1	Peróxido de sodio (Na_2O_2)	1	3	30 y 60 min	1	3
T2		5				
T3		10				

A continuación, se muestran las tablas con los resultados obtenidos en los 3 tratamientos para un tiempo de 30 minutos.

Tabla N°3. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T1 con Na₂O₂

TRATAMIENTO N° 1		Dosis Na ₂ O ₂ = 1 g		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		27.1	41	5395
Repeticiones	R1	26.5	39	5401
	R2	26.9	35	5380
	R3	27.0	37	5387
Promedio		26.9	38	5391

Tal como se observa en la tabla anterior los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 1, (dosis Na₂O₂ = 1g) a un límite de tiempo de 30 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del *colorante azoico* amaranto a 26.9 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°4. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T2 con Na₂O₂

TRATAMIENTO N° 2		Dosis Na ₂ O ₂ = 5 g		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		18.0	21.8	4095
Repeticiones	R1	20.1	20.9	4099
	R2	19.5	20.5	4097
	R3	19.8	21.0	4101
Promedio		19.4	21.1	4098

En la tabla 4 los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 2, (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 5 \text{ g}$) a un límite de tiempo de 30 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del colorante *azoico amaranto* a 19.4 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°5. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T3 con Na_2O_2

TRATAMIENTO N° 3		Dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 10 \text{ g}$		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		16.1	16	3501
Repeticiones	R1	15.5	14	3495
	R2	15.1	15	3497
	R3	15.6	14	3503
Promedio		15.6	15	3499

Finalmente, en la tabla 5, se observa los valores obtenidos de color, turbidez y conductividad para el tratamiento N° 3, (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 10 \text{ g}$) a un límite de tiempo de 30 minutos, obteniéndose una reducción en la oxidación del colorante *azoico amaranto* a 15.6 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tal como se observó en los cuadros precedentes, los parámetros estudiados fueron disminuyendo su valor a medida que se aumentó la dosis, es por lo cual en las siguientes tablas se realizó nuevamente los tratamientos con un aumento en el tiempo a 60 minutos.

Tabla N°6. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T1 con Na_2O_2

TRATAMIENTO N° 1		Dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 1 \text{ g}$		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		22.2	27	4390

Repeticiones	R1	21.9	26	4385
	R2	22.0	26	4392
	R3	22.1	26	4387
Promedio		22.1	26	4389

Tal como se observa en la tabla anterior los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 1, (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 1\text{g}$) a un límite de tiempo de 60 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del colorante *azoico amaranto* a 22.1 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°7. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T2 con Na_2O_2

TRATAMIENTO N° 2		Dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 5\text{ g}$		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		13.9	16.5	3195
Repeticiones	R1	14	15.9	3192
	R2	13.7	16.3	3194
	R3	13.9	16.0	3190
Promedio		13.9	16.2	3193

En la tabla 7 los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 2, (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 5\text{ g}$) a un límite de tiempo de 60 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del colorante *azoico amaranto* a 13.9 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°8. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T3 con Na_2O_2

TRATAMIENTO N° 3		Dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 10\text{ g}$		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)

Corrida Inicial		2	7.5	1290
Repeticiones	R1	2.5	7	1287
	R2	2.9	7.3	1288
	R3	2	7.1	1285
Promedio		2.4	7.2	1288

Finalmente, en la tabla 8, se observa los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 3, (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 10 \text{ g}$) a un límite de tiempo de 60 minutos, obteniéndose una reducción en la oxidación del colorante *azoico amarantho* a 5 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

A continuación, en la tabla 9, se muestra las concentraciones promedio final de cada parámetro obtenidos en cada tratamiento en cuestión 30 minutos. Tal como se observa, los porcentajes de remoción fueron incrementando con respecto al aumento de dosis del oxidante peróxido de sodio, obteniendo mayor de remoción en el tratamiento 3, con una dosis de 10 g, siendo los resultados: 43.2% para color, 47% para turbidez y 38% para conductividad.

Tabla N° 9. Porcentaje de remoción con Na_2O_2 a 30 minutos

Tratamientos	Parámetros		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
	Tiempos (min)	Concentración. inicial	27.5	58	5636
T1 (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 1 \text{ g}$)	30	Concentración. Final	26.9	38	5391
		Remoción (%)	2%	34.4%	4.3%
T2 (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 5 \text{ g}$)	30	Concentración. Final	19.4	21.1	4098
		Remoción (%)	30%	64%	27.3%
T3 (dosis $\text{Na}_2\text{O}_2 = 10 \text{ g}$)	30	Concentración. Final	15.6	15	3499
		Remoción (%)	43.2%	74%	38%

Del mismo modo, tal como se describe en la tabla 10, con un aumento de tiempo en cada tratamiento a 60 minutos. Se obtuvo aún más una remoción del contaminante, siendo una dosis óptima del oxidante peróxido de sodio, de 10 g, obteniendo resultados de: 91% para color, 88% para turbidez y 77% para conductividad.

Tabla N°10. Porcentaje de remoción con Na_2O_2 a 60 minutos

Tratamientos	Parámetros		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
	Tiempos (min)	Concentración. inicial	27.5	58	5636
T1 (dosis Na_2O_2 = 1 g)	60	Concentración. Final	22.1	26	4389
		Remoción (%)	20%	55%	22%
T2 (dosis Na_2O_2 = 5 g)	60	Concentración. Final	13.9	16.2	3193
		Remoción (%)	50%	72.1%	43.3%
T3 (dosis Na_2O_2 = 10 g)	60	Concentración. Final	2.4	7.2	1288
		Remoción (%)	91%	88%	77%

4.2. Proceso 2: En este segundo proceso se tuvo como agente oxidante al compuesto sulfato de Hierro (FeSO_4) y con el cual se realizó 3 tratamientos con dosis de 2.5, 5 y 7.5 g/L respectivamente, 1 litro de muestra de agua sintética para cada dosis, 1 corrida inicial con 3 repeticiones y considerando 2 tiempos de 30 y 60 minutos. Así mismo cabe resaltar que antes de realizar los tratamientos se estabilizó el valor de pH a 3, tal como se resume en la siguiente tabla.

Tabla N°11. Tratamiento con sulfato de hierro

TRATAMIENTO	OXIDANTE	DOSIS	pH	TIEMPO	CORRIDAS	REPETICIONES
T1	sulfato de Hierro (FeSO ₄)	2.5	3	30 y 60 min	1	3
T2		5				
T3		7.5				

A continuación, se muestran las tablas con los resultados obtenidos en los 3 tratamientos para un tiempo de 30 minutos.

Tabla N°12. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T1 con FeSO₄

TRATAMIENTO 1		Dosis (FeSO ₄) = 2.5 g		
PARÁMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		27.2	55	5601
Repeticiones	R1	27.0	56	5599
	R2	27.2	54	5602
	R3	27.1	54	5602
Promedio		27.1	55	5601

Tal como se observa en la tabla anterior los valores obtenidos de color, turbidez y conductividad para el tratamiento N° 1, (dosis FeSO₄ = 2.5 g) a un límite de tiempo de 30 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del colorante azoico amaranto a 27.1 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°13. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T2 con FeSO₄

TRATAMIENTO 2		Dosis FeSO ₄ = 5 g		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		23.4	48	5530

Repeticiones	R1	23.9	49	5528
	R2	23.5	48	5528
	R3	23.6	48	5529
Promedio		23.6	48	5529

En la tabla 13 los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 2, (dosis $\text{FeSO}_4 = 5 \text{ g}$) a un límite de tiempo de 30 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del colorante azoico amaranto a 23.6 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°14. Análisis fisicoquímico en 30 minutos T3 con FeSO_4

TRATAMIENTO 3		Dosis $\text{FeSO}_4 = 7.5 \text{ g}$		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
Corrida Inicial		18	35	4802
Repeticiones	R1	17.5	37	4799
	R2	17.8	37	4798
	R3	18	36	4800
Promedio		17.8	36	4800

Finalmente, en la tabla 14, se observa los valores obtenidos de color, turbidez y conductividad para el tratamiento N° 3, (dosis $\text{FeSO}_4 = 7.5 \text{ g}$) a un límite de tiempo de 30 minutos, obteniéndose una reducción en la oxidación del colorante azoico amaranto a 17.8 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial. Siendo este último tratamiento que mayor reducción del contaminante se obtuvo.

Sin embargo, los valores obtenidos aun no son suficientes, es por ello que se aumentó el tiempo a 60 minutos para cada tratamiento tal como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla N°15. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T1 con FeSO_4

TRATAMIENTO 1		Dosis FeSO₄ = 2.5 g		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		19.9	41	5201
Repeticiones	T1	20.0	40	5200
	T2	20.4	42	5203
	T3	20.3	41	5201
Promedio		20.2	41	5201

Tal como se observa en la tabla anterior los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 1, (dosis FeSO₄ = 2.5 g) a un límite de tiempo de 60 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del colorante azoico amaranto a 20.2 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°16. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T2 con FeSO₄

TRATAMIENTO 2		Dosis FeSO₄ = 5 g		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		18.5	32	4560
Repeticiones	R1	18.9	30	4559
	R2	18.5	32	4561
	R3	18.7	31	4561
Promedio		18.7	31	4560

En la tabla 16 los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 2, (dosis FeSO₄ = 5 g) a un límite de tiempo de 60 minutos, disminuyeron significativamente obteniéndose una reducción mínima en la oxidación del colorante azoico amaranto a 18.7 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

Tabla N°17. Análisis fisicoquímico en 60 minutos T3 con FeSO₄

TRATAMIENTO 3		Dosis FeSO₄ = 7.5 g		
PARAMETROS		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
Corrida Inicial		14.0	25	3102
Repeticiones	R1	13.9	26	3099
	R2	13.8	25	3098
	R3	13.8	25	3100
Promedio		13.9	25	3100

Finalmente, en la tabla 17, se observa los valores obtenidos de color turbidez y conductividad para el tratamiento N° 3, (dosis FeSO₄ = 7.5 g) a un límite de tiempo de 60 minutos, obteniéndose una reducción en la oxidación del colorante azoico amaranto a 13.9 Pt/Co con respecto al valor promedio inicial.

A continuación, en la tabla 18, se muestra las concentraciones promedio final de cada parámetro obtenidos en cada tratamiento en cuestión 30 minutos. Tal como se observa, los porcentajes de remoción fueron incrementando con respecto al aumento de dosis del oxidante sulfato de hierro, obteniendo mayor de remoción en el tratamiento 3, con una dosis de 7.5 g, siendo los resultados: 46% para color, 38% para turbidez y 15% para conductividad.

Tabla N°18. Porcentaje de remoción FeSO₄ a 30 minutos

Tratamientos	Parámetros		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
	Tiempos (min)	Concentración. inicial	27.5	58	5636
T1 (dosis FeSO ₄ = 2.5 g)	30	Concentración. Final	27.1	55	5601
		Remoción (%)	1.5%	5.2%	0.6%
T2	30	Concentración. Final	23.6	48	5529

(dosis FeSO ₄) = 5 g)		Remoción (%)	14%	17%	2%
T3 (dosis FeSO ₄) = 7.5 g)	30	Concentración. Final	14.8	36	4800
		Remoción (%)	46%	38%	15%

Del mismo modo, tal como se describe en la tabla 19, con un aumento de tiempo en cada tratamiento a 60 minutos. Se obtuvo aún más una remoción del contaminante, siendo una dosis optima del oxidante peróxido de sodio, de 7.5 g, obteniendo resultados de: 50% para color, 57% para turbidez y 45% para conductividad.

Tabla N°19. Porcentaje de remoción con FeSO₄ a 60 minutos

Tratamientos	Parámetros		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
	Tiempos (min)	Concentración. inicial	27.5	58	5636
T1 (dosis FeSO ₄) = 2.5 g)	60	Concentración. Final	20.2	41	5201
		Remoción (%)	27%	29.3%	8%
T2 (dosis FeSO ₄) = 5 g)	60	Concentración. Final	18.7	31	4560
		Remoción (%)	32%	47%	19%
T3 (dosis FeSO ₄) = 7.5 g)	60	Concentración. Final	13.9	25	3100
		Remoción (%)	50%	57%	45%

Después de haber realizado los procedimientos en cada tratamiento, se obtuvo que la mejor dosis para la remoción del colorante sintético fue de 10 g con el agente oxidante peróxido de sodio, puesto que se obtuvo una remoción de 91% del colorante, es decir de su concentración inicial 27.5 Pt/Co este paso a 2.4 UC, obteniendo a simple vista un líquido completamente claro.

Tabla N°20. Dosis optima del agente oxidante

Tratamientos	Parámetros		Concentración de color (Pt/Co)	Turbidez (NTU)	Conductividad (uS/cm)
	Tiempos (min)	Concentración. inicial	27.5	58	5636
T3 (dosis Na ₂ O ₂ = 10 g)	60	Concentración. Final	2.4	7.2	1288
		Remoción (%)	91%	88%	77%
T3 (dosis FeSO ₄ = 7.5 g)	60	Concentración. Final	13.9	25	3100
		Remoción (%)	50%	57%	45%

Resultados estadísticos de los siguientes objetivos de estudio:

OE1: Determinar la eficiencia del agente oxidante peróxido de sodio en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio

Tabla N°21. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la concentración de color

Variable dependiente: Concentración de color (Pt/Co)					
Origen	suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	37170,010	1	37170,010	617,363	,000
Tiempo	4882,054	1	4882,054	81,087	,000
Dosis	12707,651	2	6353,825	105,532	,000
Error	1204,155	20	60,208	-	-
Total	55963,870	24	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se demostró que el porcentaje medio de remoción fue significativamente diferente según nivel de dosis y tiempo.

Tabla N°22. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la concentración de color

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
Dosis Na ₂ O ₂ = 1 g	8	11,05	-	-
Dosis Na ₂ O ₂ = 5 g	8	-	39,60	-
Dosis Na ₂ O ₂ = 10 g	8	-	-	67,41
Sig.	-	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 60,208.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

b. Alfa = 0.05.

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para una dosis de 10g Na₂O₂, con un porcentaje promedio de 67.4% de remoción.

Figura N°6. Media de porcentaje de remoción según dosis

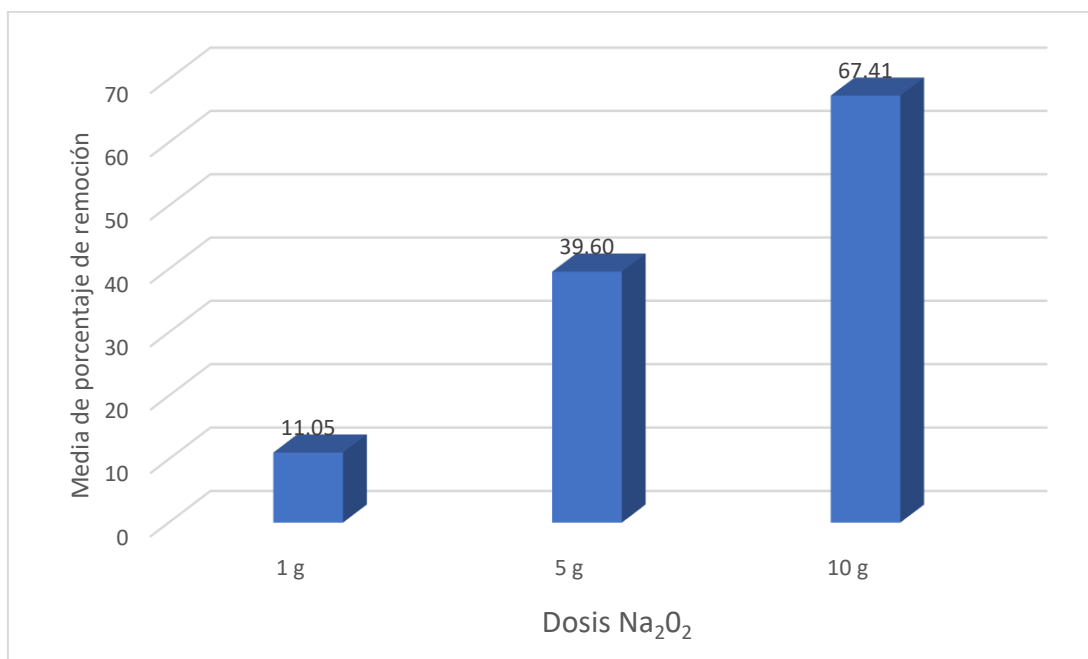


Tabla N°23. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la concentración de color

Tiempo	N	Media	Desv. Desviación	Prueba T de Student	Sig
30	12	25.09	17.9519	-2.7800	0.0110

60	12	53.62	30.6992		
----	----	-------	---------	--	--

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para un tiempo de 60 minutos, con un porcentaje promedio de 53.62 % de remoción.

Figura N°7. Media de porcentaje de remoción según tiempo

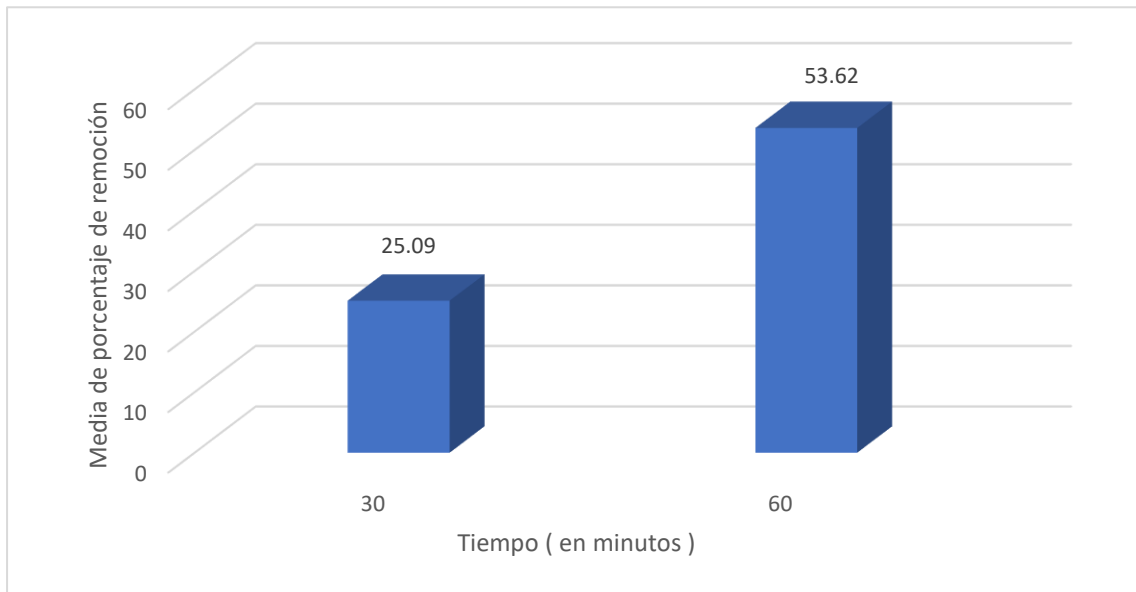


Tabla N°24. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la turbidez

Variable dependiente: Turbidez (NTU)					
Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	99962.134	1	99962.134	9194.668	0.000
Tiempo	1155.094	1	1155.094	106.247	0.000
Dosis	5448.468	2	2724.234	250.579	0.000
Error	217.435	20	10.872		
Total	6820.996	24			

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se demostró que el porcentaje medio de remoción fue significativamente diferente según nivel de dosis y tiempo.

Tabla N°25. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la turbidez

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
Dosis Na ₂ O ₂ = 1 g	8	44.62		
Dosis Na ₂ O ₂ = 5 g	8		67.93	
Dosis Na ₂ O ₂ = 10 g	8			81.06
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = 60,208.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.
 b. Alfa = 0.05.

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para una dosis de 10g Na₂O₂, con un porcentaje promedio de 81.06% de remoción.

Figura N°8. Media de porcentaje de remoción según dosis

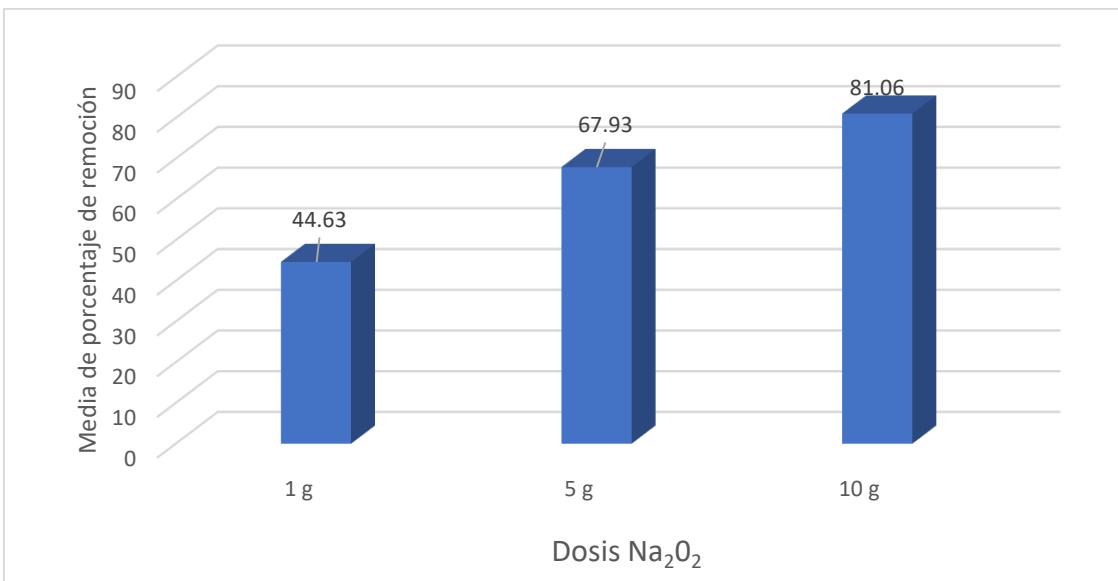


Tabla N°26. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Turbidez

Tiempo	N	Media	Desv. Desviación	Prueba T de Student	Sig
30	12	57.60	17.86	-2.12	0.046

60	12	71.48	14.01		
----	----	-------	-------	--	--

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para un tiempo de 60 minutos, con un porcentaje promedio de 71.48 % de remoción.

Figura N°9. Media de porcentaje de remoción según tiempo

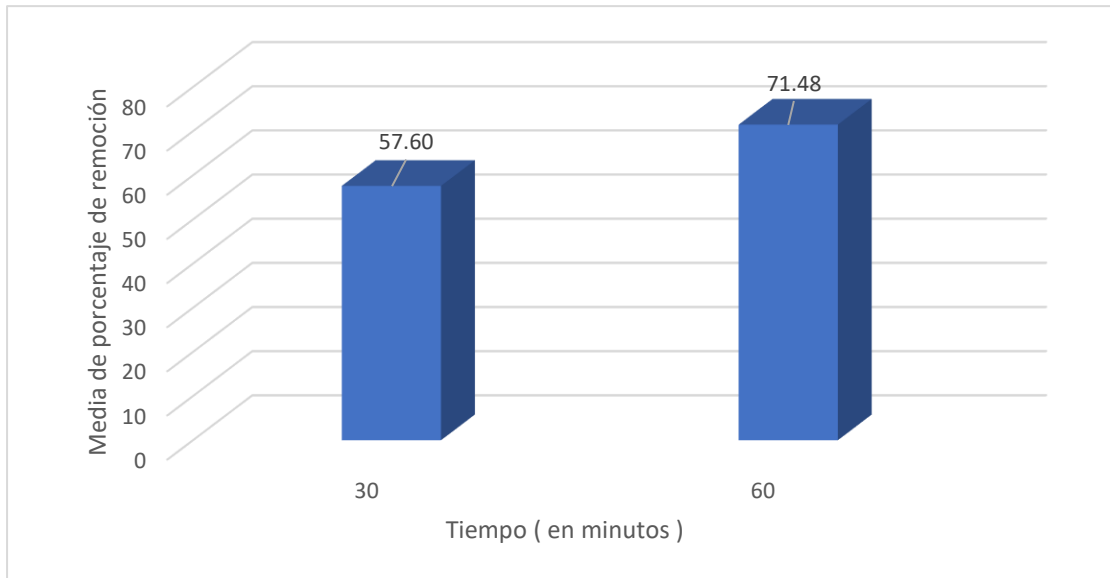


Tabla N°27. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Conductividad

Variable dependiente: Conductividad (uS/cm)					
Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	30019.23	1	30019.23	902.29	0.000
Tiempo	3562.41	1	3562.41	107.08	0.000
Dosis	7845.57	2	3922.78	117.91	0.000
Error	665.40	20	33.27		
Total	42092.60	24			

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se demostró que el porcentaje medio de remoción fue significativamente diferente según nivel de dosis y tiempo.

Tabla N°28. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Conductividad

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
Dosis Na ₂ O ₂ = 1 g	8	13.25		
Dosis Na ₂ O ₂ = 5 g	8		35.31	
Dosis Na ₂ O ₂ = 10 g	8			57.54
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = 60,208.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.
 b. Alfa = 0.05.

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para una dosis de 10g Na₂O₂, con un porcentaje promedio de 57.54% de remoción.

Figura N°10. Media de porcentaje de remoción según dosis

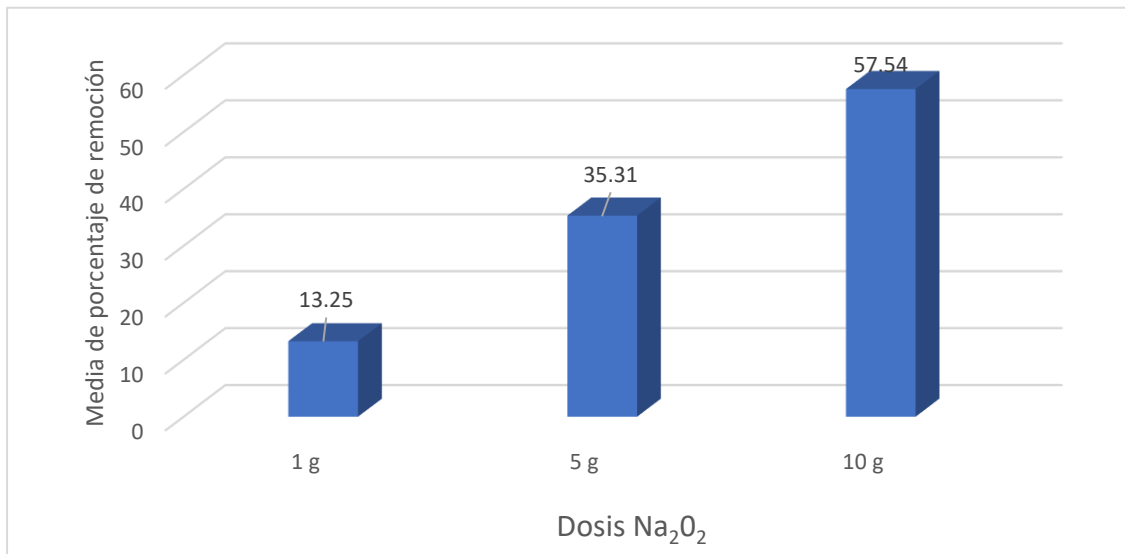
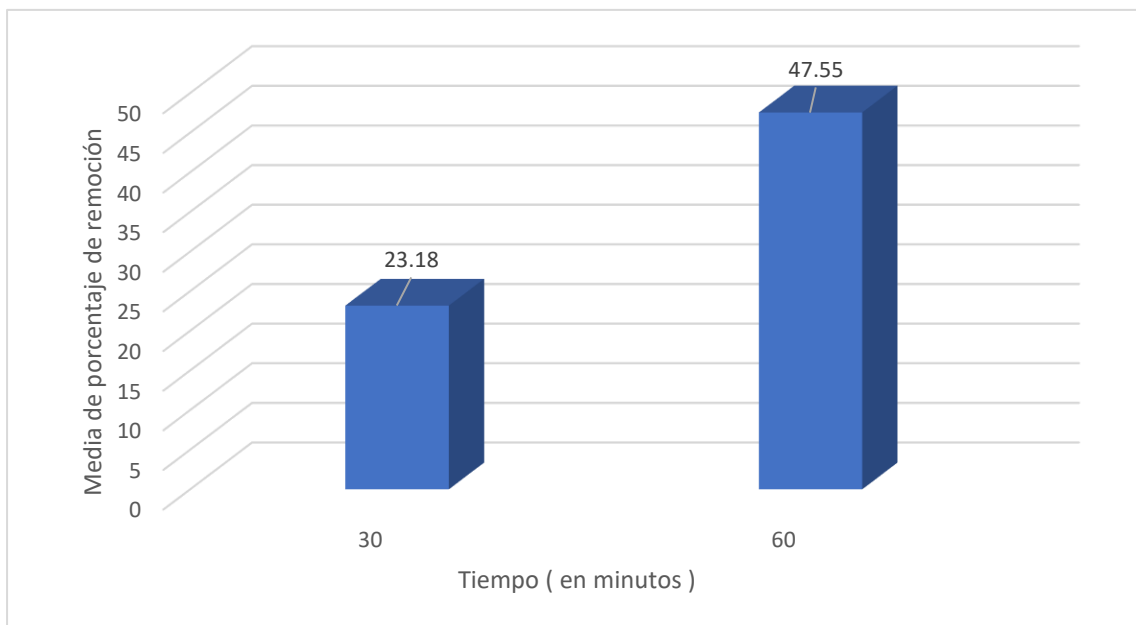


Tabla N°29. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Conductividad

Tiempo	N	Media	Desv. Desviación	Prueba T de Student	Sig
30	12	23.18	14.63	-3.04	0.006
60	12	47.55	23.66		

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para un tiempo de 60 minutos, con un porcentaje promedio de 47.55 % de remoción.

Figura N°11. Media de porcentaje de remoción según tiempo



OE2: Determinar la eficiencia del agente oxidante sulfato ferroso en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio

Tabla N°30. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Concentración de color (Pt/Co)

Variable dependiente: Concentración de color (Pt/Co)					
Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	16891.12	1	16891.12	2529.68	0.000
Tiempo	2221.45	1	2221.45	332.69	0.000
Dosis	3341.40	2	1670.70	250.21	0.000
Error	133.54	20	6.68		
Total	22587.51	24			

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se demostró que el porcentaje medio de remoción fue significativamente diferente según nivel de dosis y tiempo.

Tabla N°31. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Concentración de color (Pt/Co)

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
Dosis FeSO ₄ = 2.5 g	8	14.05		
Dosis FeSO ₄ = 5.0 g	8		23.18	
Dosis FeSO ₄ = 7.5 g	8			42.36
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = 60,208.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.
 b. Alfa = 0.05.

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para una dosis de 7.5 g FeSO₄, con un porcentaje promedio de 42.36% de remoción.

Figura N°12. Media de porcentaje de remoción según dosis

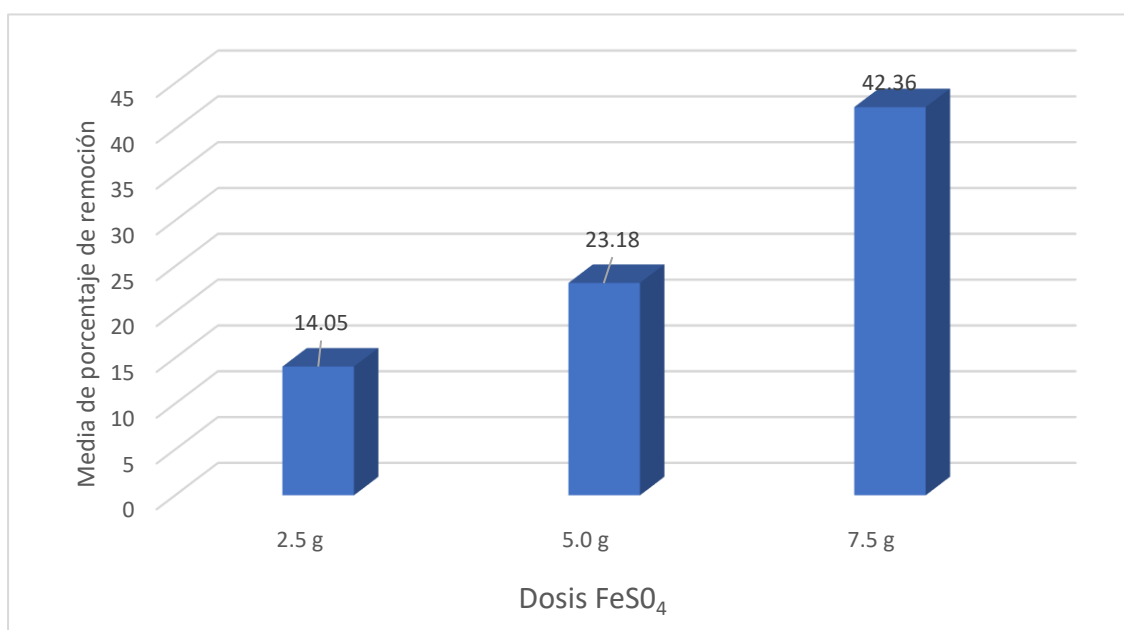


Tabla N°32. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Concentración de color (Pt/Co)

Tiempo	N	Media	Desv. Desviación	Prueba T de Student	Sig
30	12	16.91	14.57	-3.75	0.001
60	12	36.15	10.18		

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para un tiempo de 60 minutos, con un porcentaje promedio de 36.15 % de remoción.

Figura N°13. Media de porcentaje de remoción según tiempo

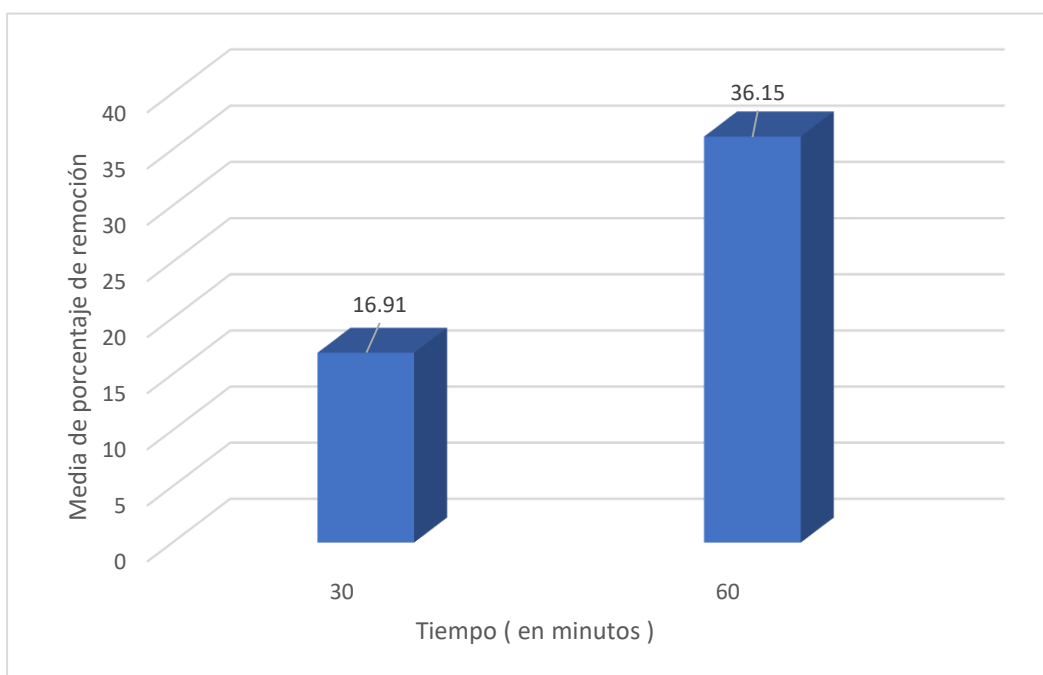


Tabla N°33. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Turbidez (NTU)

Variable dependiente: Turbidez (NTU)					
Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	24518.43	1	24518.43	3422.73	0.000
Tiempo	3458.40	1	3458.40	482.79	0.000

Dosis	3493.01	2	1746.50	243.81	0.000
Error	143.27	20	7.16		
Total	31613.11	24			

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se demostró que el porcentaje medio de remoción fue significativamente diferente según nivel de dosis y tiempo.

Tabla N°34. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Turbidez (NTU)

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
Dosis FeSO ₄ = 2.5 g	8	17.45		
Dosis FeSO ₄ = 5.0 g	8		31.45	
Dosis FeSO ₄ = 7.5 g	8			46.99
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = 60,208.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.
 b. Alfa = 0.05.

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para una dosis de 7.5 g FeSO₄, con un porcentaje promedio de 46.99% de remoción.

Figura N°14. Media de porcentaje de remoción según dosis

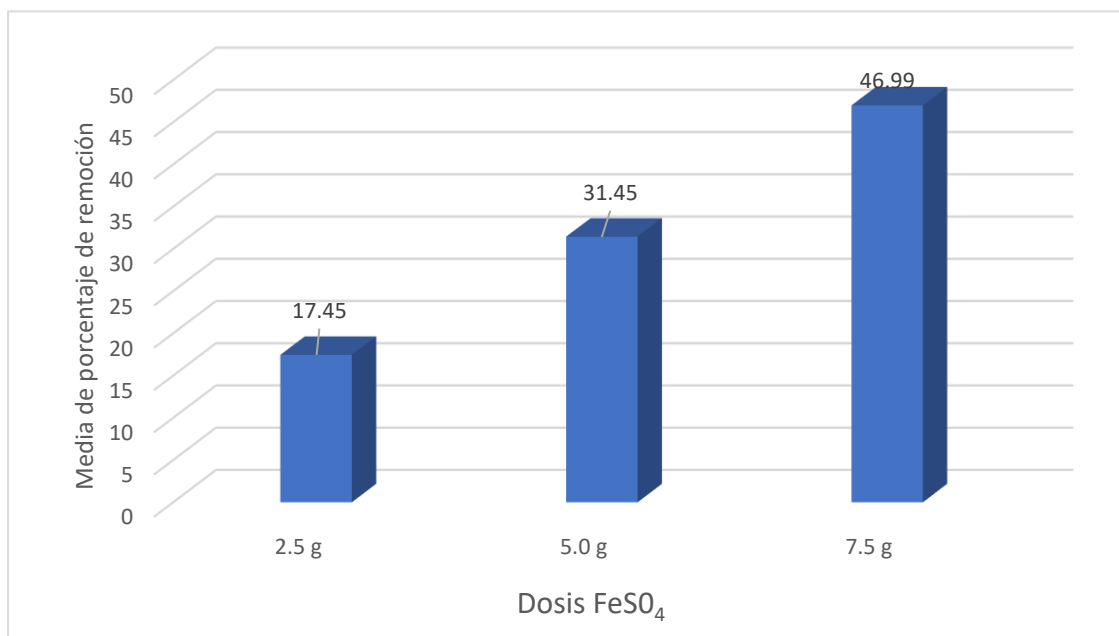


Tabla N°35. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Turbidez (NTU)

Tiempo	N	Media	Desv. Desviación	Prueba T de Student	Sig
30	12	19.96	13.87	-4.57	0.000
60	12	43.97	11.76		

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para un tiempo de 60 minutos, con un porcentaje promedio de 43.97 % de remoción.

Figura N°15. Media de porcentaje de remoción según tiempo

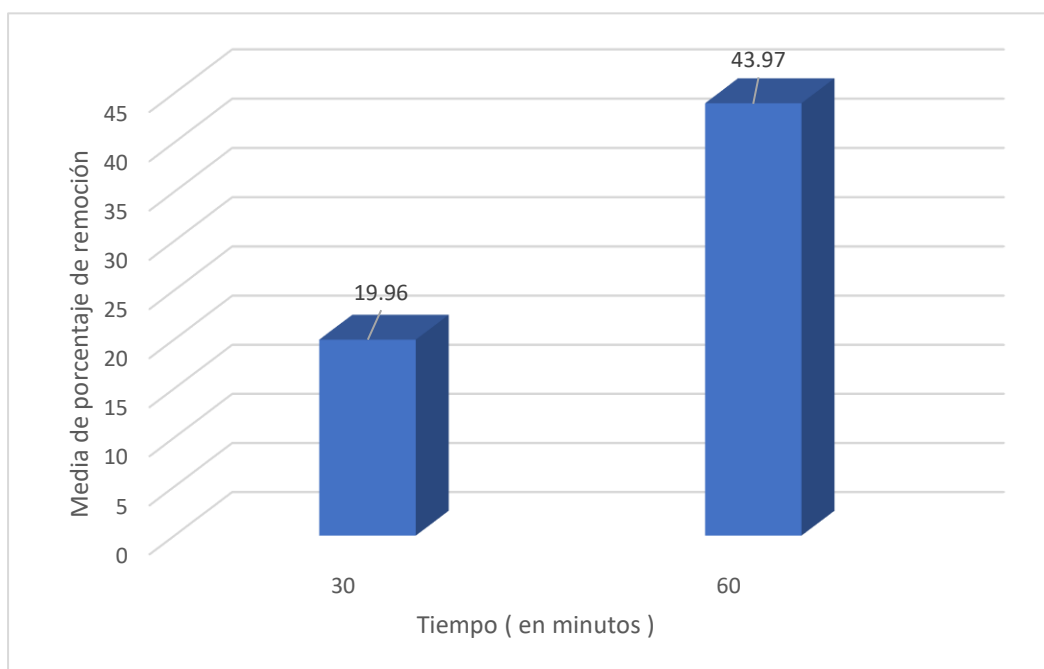


Tabla N°36. Prueba ANOVA para analizar el porcentaje de remoción según tiempo y dosis para la Conductividad (uS/cm)

Variable dependiente: Conductividad (uS/cm)					
Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	5301.45	1	5301.45	198.14	0.000
Tiempo	1974.72	1	1974.72	73.80	0.000
Dosis	2883.20	2	1441.60	53.88	0.000
Error	535.13	20	26.76		

Total	10694.51	24			
-------	----------	----	--	--	--

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se demostró que el porcentaje medio de remoción fue significativamente diferente según nivel de dosis y tiempo.

Tabla N°37. Prueba Tukey para analizar el porcentaje de remoción según dosis para la Conductividad (uS/cm)

Dosis	N	Subconjunto	
		1	2
Dosis FeSO ₄ = 2.5 g	8	4.163	
Dosis FeSO ₄ = 5.0 g	8	10.50	
Dosis FeSO ₄ = 7.5 g	8		29.93
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = 26.76.
 a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.
 b. Alfa = 0.05.

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para una dosis de 7.5 g FeSO₄, con un porcentaje promedio de 29.93% de remoción.

Figura N°16. Media de porcentaje de remoción según dosis

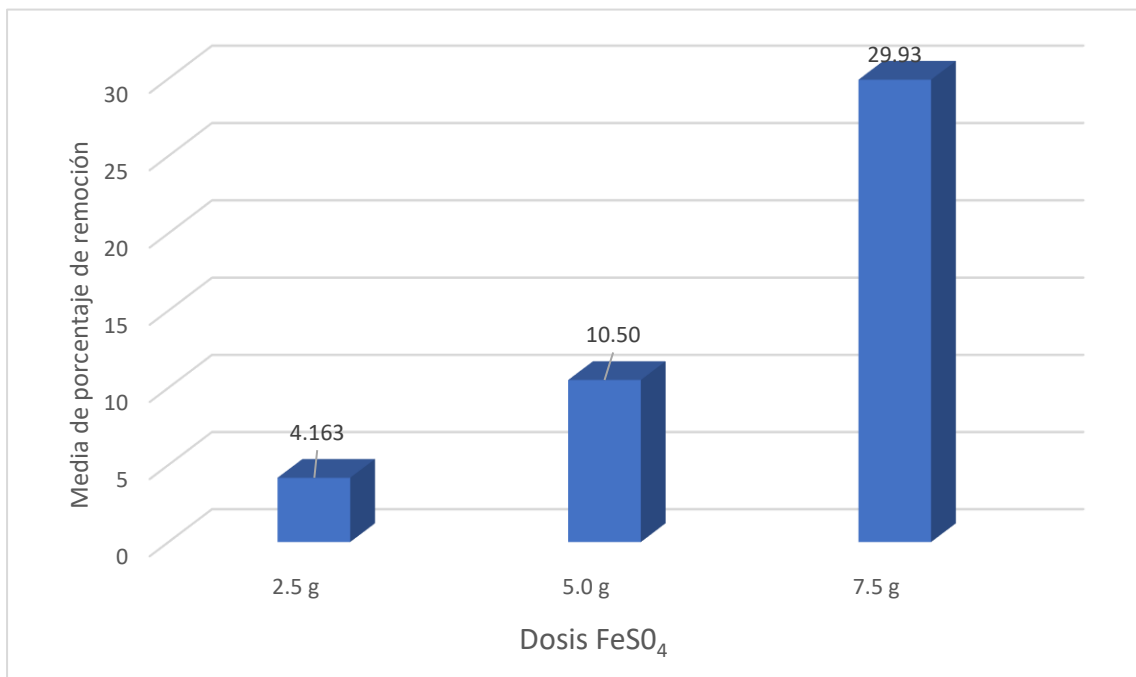
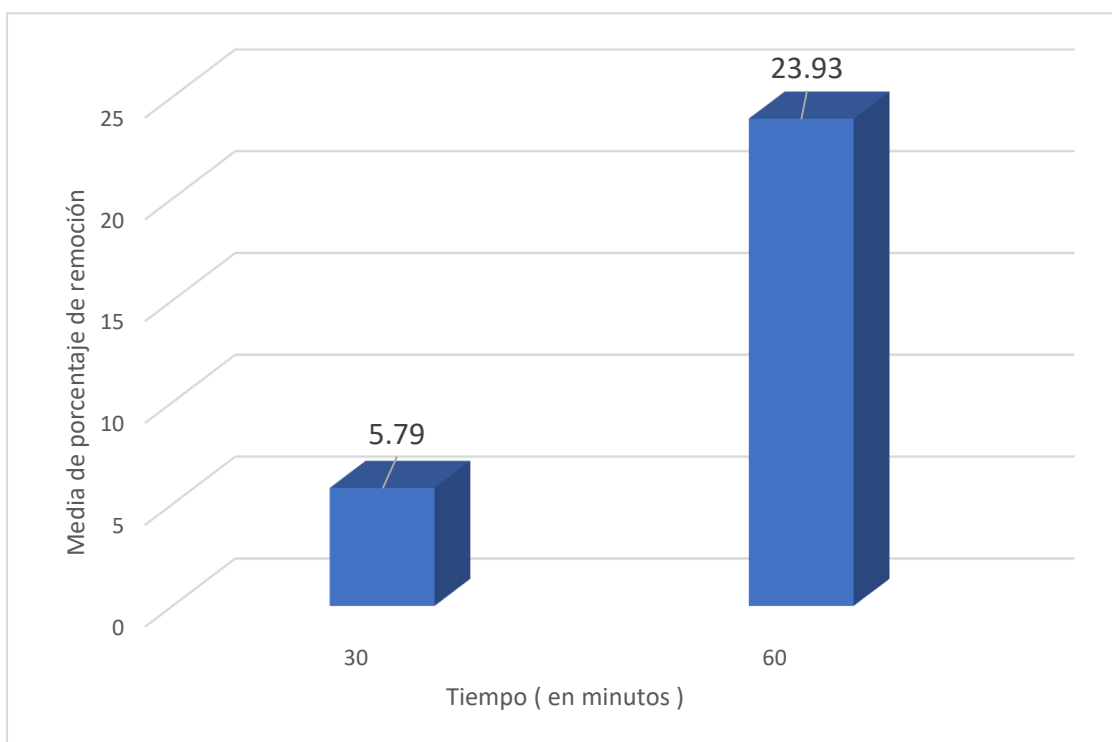


Tabla N°38. Prueba T de Student para analizar el porcentaje de remoción según tiempo para la Conductividad (uS/cm)

Tiempo	N	Media	Desv. Desviación	Prueba T de Student	Sig
30	12	5.79	6.71	-3.57	0.003
60	12	23.93	16.30		

Interpretación: El porcentaje de remoción fue significativamente mayor para un tiempo de 60 minutos, con un porcentaje promedio de 43.97 % de remoción.

Figura N°17. Media de porcentaje de remoción según tiempo



OE3: Calcular la dosis optima de los agentes oxidantes en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua a nivel laboratorio

En la tabla 39 se muestra la prueba ANOVA para comparar porcentaje de remoción según las dosis de Na_2O_2 en el tratamiento de la concentración de color, turbidez y conductividad.

Tabla N°39. Prueba de ANOVA según la dosis de Na₂O₂

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Concentración de color (Pt/Co)	Entre grupos	12707,65	2	6353,83	21,923	,000
	Dentro de grupos	6086,21	21	289,82		
	Total	18793,86	23			
Turbidez (NTU)	Entre grupos	5448,47	2	2724,23	41,681	,000
	Dentro de grupos	1372,53	21	65,36		
	Total	6821,00	23			
Conductividad (uS/cm)	Entre grupos	7845,57	2	3922,78	19,485	,000
	Dentro de grupos	4227,81	21	201,32		
	Total	12073,37	23			

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se identificó diferencia significativa el porcentaje de remoción según dosis de Na₂O₂ en el tratamiento de la concentración de color (Sig=0.000 menor que 0.05), turbidez (Sig=0.000 menor que 0.05) y conductividad (Sig=0.000 menor que 0.05).

En la tabla 40 se muestra la prueba de Tukey para comparar porcentaje de remoción según las dosis de Na₂O₂ en el tratamiento de la concentración de color, turbidez y conductividad.

Tabla N°40. Prueba de Tukey según las dosis de Na₂O₂

	Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Concentración de color (Pt/Co)	1	8	11.05		
	5	8		39.60	
	10	8			67.41
Turbidez (NTU)	1	8	44.63		

	5	8		67.93	
	10	8			81.06
Conductividad (uS/cm)	1	8	13.25		
	5	8		35.31	
	10	8			57.54

La dosis optima Na_2O_2 para el tratamiento fue 10 g, para el tratamiento de la concentración de color (porcentaje de remoción de 67.41%), turbidez (porcentaje de remoción de 81.06%) y conductividad (porcentaje de remoción de 57.54%).

En la tabla 41 se muestra la prueba de ANOVA para comparar porcentaje de remoción según las dosis de FeSO_4 en el tratamiento de la concentración de color, turbidez y conductividad.

Tabla N°41. Prueba de ANOVA según las dosis de FeSO_4

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Concentración de color (Pt/Co)	Entre grupos	3341,40	2	1670,70	14,90	,000
	Dentro de grupos	2354,99	2 1	112,14		
	Total	5696,39	2 3			
Turbidez (NTU)	Entre grupos	3493,01	2	1746,50	10,18	,001
	Dentro de grupos	3601,67	2 1	171,51		
	Total	7094,68	2 3			
Conductividad (uS/cm)	Entre grupos	2883,20	2	1441,60	12,06	,000
	Dentro de grupos	2509,85	2 1	119,52		
	Total	5393,06	2 3			

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se identificó diferencia significativa el porcentaje de remoción según dosis de FeSO_4 en el tratamiento de la concentración de color (Sig=0.000 menor que 0.05), turbidez (Sig=0.001 menor que 0.05) y conductividad (Sig=0.000 menor que 0.05).

En la tabla 42 se muestra la prueba tukey para comparar porcentaje de remoción según las dosis de FeSO₄ en el tratamiento de la concentración de color, turbidez y conductividad.

Tabla N°42. Prueba de Tukey según las dosis de FeSO₄

	Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Concentración de color (Pt/Co)	2,5	8	14.05	
	5,0	8	23.18	
	7,5	8		42.36
Turbidez (NTU)	2,5	8	17.45	
	5,0	8	31.45	
	7,5	8		46.99
Conductividad (uS/cm)	2,5	8	4.16	
	5,0	8	10.50	
	7,5	8		29.93

La dosis óptima FeSO₄ para el tratamiento fue 7.5 g. Para el tratamiento de la concentración de color (porcentaje de remoción de 42.36%), turbidez (porcentaje de remoción de 46.99%) y conductividad (porcentaje de remoción de 29.93%).

V. DISCUSIÓN

Del objetivo específico uno para determinar la eficiencia del agente oxidante peróxido de sodio en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua, se obtuvo que los parámetros estudiados fueron disminuyendo su valor a medida que se aumentó la dosis en un tiempo de media hora; donde, los porcentajes de remoción fueron incrementando con respecto al aumento de dosis del oxidante peróxido de sodio, obteniendo mayor de remoción en el tratamiento 3, con una dosis de 10 g, siendo los resultados: 43.2% para color, 47% para turbidez y 38% para conductividad.

Además, un punto a señalar fue el valor del pH, siendo considerado en el estudio de Behin J. et al., (2017, p.8); que un pH de 3 es el mejor valor concordando con lo presentado en el presente estudio y es que se presentan mayores rendimientos.

Mientras que para un tiempo de una hora se obtuvo aún más una remoción del contaminante, siendo una dosis óptima del oxidante peróxido de sodio, de 10 g, obteniendo resultados de: 91% para color, 88% para turbidez y 77% para conductividad. Siendo el resultado obtenido respaldado por el estudio de Rostamzadeh S. y Sadeghi S., (2022, p.2); donde menciona que, a mayor tiempo, los resultados mostraron mejoras significativas en la eliminación de naranja de metilo (MO), violeta cristalino (CV) y rojo congo (CR) en un 90%, 98% y 93%, respectivamente, con tiempos de 120 y 240 minutos.

Para el segundo objetivo específico, la eficiencia del agente oxidante sulfato ferroso en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua se obtuvo una reducción en la oxidación del colorante azoico amaranto a 17.8 UC con respecto al valor promedio inicial, pero, los valores obtenidos aun no son suficientes.

Mientras que en el tiempo de una hora con la mayor dosis de 7.5g de FeSO_4 se obtuvo una reducción en la oxidación del colorante azoico amaranto a 13.9 UC con respecto al valor promedio inicial. De acuerdo con Ushani U. et al., (2020, p.2); ello es debido a que los radicales de sulfato son bien conocidos por

su fuerte potencial de oxidación, su alta velocidad de reacción; es por ello que su utilización en la oxidación de pesticidas, colorantes y sustancias orgánicas pesadas es periodos muy cortos de tiempo.

Dichos resultados concuerdan con otros estudios, como el de Rodrigues C. et al., (2014, p.1); donde, los resultados de la utilización de sulfato ferroso demostraron que cada efluente tiene un conjunto diferente de condiciones de funcionamiento ideales, y el proceso (coagulación/floculación) en su conjunto fue eficaz para eliminar el color (-91% para el efluente de algodón, -94% para el efluente acrílico; el efluente de poliéster es esencialmente incoloro). La eliminación de DQO, sin embargo, no se redujo mucho (33% para el poliéster, -45% para el algodón y -28% para el efluente acrílico).

Estudios similares como el de Aafria et al., (2023, p.7), mencionan también que entre los agentes oxidantes más comunes el H₂O₂ también puede utilizarse solo o junto con un catalizador o junto con luz UV para iniciar el proceso de oxidación; donde el H₂O₂ reacciona fácilmente con electrones hidratados para producir radicales OH*. El cromóforo del colorante es degradado eficazmente por estos radicales OH* y no se requiere un mayor tiempo, por el contrario, se obtiene mejores resultados en menor tiempo.

Por su parte Ebrahiem et al., (2017, p.1), señala que la concentración inicial de colorante de 3 ml/L, el pH de 3, el período de reacción máximo de 40 minutos, la concentración de peróxido de hidrógeno de 0,75 g/L y la dosis de sulfato ferroso de 0,75 g/L fueron los parámetros ideales para conseguir una elevada eliminación de colorante. El nivel de DQO de la solución tratada disminuyó significativamente.

Así mismo en la tabla 33, sobre la base de la prueba ANOVA se demostró que el porcentaje medio de remoción fue significativamente diferente según nivel de dosis y tiempo. Donde, la dosis óptima Na₂O₂ para el tratamiento fue 10 g, para el tratamiento de la concentración de color (porcentaje de remoción de 67.41%), turbidez (porcentaje de remoción de 81.06%) y conductividad (porcentaje de remoción de 57.54%).

Determinando que los porcentajes de remoción fueron incrementando con respecto al aumento de dosis del oxidante sulfato de hierro, obteniendo mayor de remoción en el tratamiento 3, con una dosis de 7.5 g, siendo los resultados: 46% para color, 38% para turbidez y 15% para conductividad; para el tiempo de 30 minutos. Así mismo, con un aumento de tiempo en cada tratamiento a 60 minutos; obteniendo aún más una remoción del contaminante, siendo una dosis optima del oxidante peróxido de sodio, de 7.5 g, obteniendo resultados de: 50% para color, 57% para turbidez y 45% para conductividad.

Así, respecto al tiempo, en el trabajo de Wang et al., (2023, p.11), se sometieron a experimentos de degradación varios tipos de moléculas orgánicas, como el 4-nitrofenol (4-NP), el azul de metileno (MB), el rojo ácido 26 (AR-26), la rodamina B (RhB) y el CI Basic Violet 3 (BV-3). Los resultados demostraron que la mayor eliminación se conseguía aplicando el producto químico durante un periodo de tiempo más largo; la eliminación más alta fue del 95% en 5 horas.

Es así como Katheresan et al., (2018, p.71), también afirma los resultados obtenidos, señalando que cuando se daban las condiciones ideales para la eliminación del colorante, se podía eliminar el 99% de la DQO: donde, para realizar este experimento se necesita sulfato de aluminio, cloruro ferroso y sulfato ferroso y las mejores condiciones para la eliminación del colorante fueron utilizar la máxima dosis de 500 mg/L de productos químicos, añadir 300 mg/L de peróxido de hidrógeno, fijar el nivel de pH en torno a 3 y establecer una duración máxima de la reacción de 90 minutos.

De acuerdo al tercer objetivo específico; la dosis optima de los agentes oxidantes en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua; la mejor dosis para la remoción fue de 10 g con el agente oxidante peróxido de sodio, puesto que se obtuvo una remoción de 91% del colorante, es decir de su concentración inicial 27.5 UC este paso a 2.4 UC, obteniendo a simple vista un líquido completamente claro.

Resultados similares se presentaron en el trabajo de Svetozarevic M. et al., (2022, p.1); donde se obtuvo una eficiencia de biodegradación del 95% y 76% para ambas peroxidasa (libre y reticulada) en la biodegradación del colorante sintético (antraquinona).

Pero ello es refutado por lo expuesto en el trabajo de Behin J. et al., (2017, p.11), donde afirma que al incrementar la dosis del oxidante se observan mejoras solo al inicio de la reacción, pero la mayor eficiencia se logra con una relación en peso del oxidante y el contaminante (DQO) en 1,26.

Así también, Vithalkar et al., (2019, p.1), afirma que, utilizando el sulfato ferroso, los resultados de los efectos de las dosis de Fe^{2+} H_2O_2 y del tiempo de contacto se examinan en el análisis cinético de las reacciones de decoloración y degradación y con una concentración de H_2O_2 de 132,3 mM y una dosis de Fe^{2+} de 10,74 mM, la máxima eficacia de eliminación de DQO, carbono orgánico total y color es del 93%, 80% y 99%, respectivamente, en 2 horas.

Ello concuerda con lo expuesto por Jin et al., (2022, p.1); afirmando en su artículo que la adición de Fe_3O_4 mejoró la tasa de eliminación de DQO y la reducción de sulfatos en un rango de concentraciones de AO7 influente (153 mgCOD/L a 1787 mgCOD/L); ello debido a que se formaron más productos intermedios (2-hidroxi-1,4-naftoquinona, ftalida y 4-metilfenol) en presencia de Fe_3O_4 , de acuerdo con la vía sugerida para la descomposición de AO7. Concluyendo que el hecho de que el Fe_3O_4 pudiera inducir la secreción de orgánicos en el EPS que se asemejaban al ácido húmico aumentó la capacidad del lodo para transportar electrones y el estudio microbiano reveló que las bacterias reductoras de hierro que degradan el colorante azoico y los productos químicos aromáticos, como *Clostridium* y *Geobacter*, también eran abundantes.

VI. CONCLUSIONES

Los agentes oxidantes peróxido de sodio y sulfato ferroso son influyentes en la oxidación del colorante sintético azoico amaranto reduciendo porcentajes altos del color, turbidez y conductividad; pero entre los dos el peróxido de sodio presenta ligera diferencia en cuanto a su eficiencia; sin embargo para que se presente una eficiencia mayor en cualquiera de los dos casos, contribuye los parámetros de tiempo y dosis de los agentes; sin embargo ambos logran resultados favorables para reducción del colorante sintético.

Así mismo, se detalla en los puntos 1, 2 y 3 las conclusiones a las que se llegaron por cada objetivo específico:

- a. La eficiencia del agente oxidante peróxido de sodio en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua es mayor al incrementar el tiempo y la dosis, ya que al presentar la mayor dosis de estudio de 10g se presentó una alta remoción del color, turbidez y conductividad e incrementar el tiempo en 30 minutos más la eficiencia se hizo mayor en 91% para color, 88% para turbidez y 77% para conductividad.
- b. La eficiencia del agente oxidante sulfato ferroso en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua presentó una eficiencia de remoción con una mayor dosis y un mayor tiempo, siendo que con un tiempo de 30 minutos aunque se logró una remoción no se llegó alcanzar un porcentaje mayor al 50%, mientras que con un tiempo de 60 minutos los resultados lograron alcanzar porcentajes del 50% para color, 57% para turbidez y 45% para conductividad, incrementando su eficiencia ligeramente.
- c. La dosis optima de los agentes oxidantes en la remoción del colorante sintético azoico amaranto de cuerpos de agua fue de 10 g. siendo que con esta dosis se logró remociones por encima del 90%, obteniendo una concentración final de 2.4 UC siendo su concentración inicial de 27.5 UC, obteniendo a simple vista un líquido completamente claro.

VII. RECOMENDACIONES

En base al trabajo realizado, a los estudios previos y los resultados obtenidos se puede recomendar utilizar la fusión de dos oxidantes; por ejemplo, como el peróxido de sodio más un hidrácido para incrementar la eficiencia de remoción de los colorantes sintéticos. peróxido de sodio y sulfato ferroso son eficientes para la oxidación del colorante sintético azoico amaranto cumpliendo con el tiempo requerido por cada tipo de oxidante; ante ello se presentan las siguientes conclusiones:

- a. Se recomienda realizar un estudio comparativo y establecer rangos los tiempos de contacto adecuados en los que cada oxidante presenta la mayor oxidación.
- b. Así mismo se recomienda establecer porcentaje de remoción par a determinar la eficiencia de cada oxidante diferente al peróxido de sodio y sulfato ferroso, de acuerdo a la dosis aplicada, ya que, cada agente oxidante respecto a que tan fuerte es necesita concentraciones más bajas y menores tiempos.
- c. Se recomienda, por último, realizar una base de datos con el nivel de eficiencia de todos los agentes oxidantes utilizados como oxidantes para la eliminación de los diversos colorantes sintéticos.

REFERENCIAS:

1. Aafria, Shatrughan, et al. Efficient removal of synthetic dye by employing H₂O₂/nZVI-rGO nanocomposite system. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2023, vol. 20, p. 100808.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100808>
2. Abrahamse Wokje. Chapter 1 - Introduction. Encouraging Pro-Environmental Behaviour. What Works, What Doesn't, and Why. 2019, Pages 3-10.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811359-2.00001-9>
3. Adeleke, O. Abdulrahman, et al. Principles and mechanism of adsorption for the effective treatment of palm oil mill effluent for water reuse. En *Nanotechnology in Water and Wastewater Treatment*. Elsevier, 2019. p. 1-33.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813902-8.00001-0>
4. Al-tohamy, Rania, et al. A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: Ecotoxicological and health concerns of textile dyes and possible remediation approaches for environmental safety. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2022, vol. 231, p. 113160.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113160>
5. Alderete, Bárbara Lopes, et al. Evaluation of toxicity and mutagenicity of a synthetic effluent containing azo dye after advanced oxidation process treatment. *Chemosphere*, 2021, vol. 263, p. 128291.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128291>
6. Babakir, Bashdar AM; ABD ALI, Layth I.; ISMAIL, Hani K. Rapid removal of anionic organic dye from contaminated water using a poly (3-aminobenzoic acid/graphene oxide/cobalt ferrite) nanocomposite low-cost adsorbent via adsorption techniques. *Arabian Journal of Chemistry*, 2022, vol. 15, no 12, p. 104318.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104318>
7. Behin, Jamshid, et al. Sodium hypochlorite as an alternative to hydrogen peroxide in Fenton process for industrial scale. *Water Research*, 2017, vol. 121, p. 120-128.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.05.015>

8. Benaabidate, Lahcen; ZIAN, Ahmed; SADKI, Othman. Hydrochemical characteristics and quality assessment of water from different sources in Northern Morocco. En *Global Groundwater*. Elsevier, 2021. p. 261-274.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818172-0.00019-0>
9. Benkhaya, Said; M'RABET, Souad; EL HARFI, Ahmed. Classifications, properties, recent synthesis and applications of azo dyes. *Heliyon*, 2020, vol. 6, no 1, p. e03271.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03271>
10. Bhatia, S. C. *Pollution control in textile industry*. CRC Press, 2017.
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=fmQ-DwAAQBAJ&lpg=PT10&ots=397ISX65By&lr&hl=es&pg=PT10#v=onepage&q&f=false>
11. Bibi, Amina, et al. New material of polyacrylic acid-modified graphene oxide composite for phenol remediation from synthetic and real wastewater. *Environmental Technology & Innovation*, 2022, vol. 27, p. 102795.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102795>
12. Byron Soepyan, Christine M. Anderson-Cook, Joshua C. Morgan, Charles H. Tong, Debangsu Bhattacharyya, Benjamin P. Omell, Michael S. Matuszewski, K. Sham Bhat, Miguel A. Zamarripa, John C. Eslick a, Joel D. Kress, James R. Gattiker, Christopher S. Russell, Brenda Ng, Jeremy C. Ou, David C. Miller. Sequential Design of Experiments to Maximize Learning from Carbon Capture Pilot Plant Testing. *Computer Aided Chemical Engineering*. Volume 44, 2018, Pages 283-288.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64241-7.50042-2>
13. Cheng, Ka Yu; KARTHIKEYAN, Rengasamy; WONG, Jonathan WC. Microbial electrochemical remediation of organic contaminants: possibilities and perspective. En *Microbial Electrochemical Technology*. Elsevier, 2019. p. 613-640.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64052-9.00025-X>

14. Chen, Xiaohui, et al. Chlorophenols in textile dyeing sludge: pollution characteristics and environmental risk control. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, vol. 416, p. 125721.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125721>
15. Clematis, Davide; CERISOLA, Giacomo; PANIZZA, Marco. Electrochemical oxidation of a synthetic dye using a BDD anode with a solid polymer electrolyte. *Electrochemistry Communications*, 2017, vol. 75, p. 21-24.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2016.12.008>
16. Desore, Anupriya; NARULA, Sapna A. An overview on corporate response towards sustainability issues in textile industry. *Environment, Development and Sustainability*, 2018, vol. 20, p. 1439-1459.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9949-1>
17. Dhir, Yamini Jhanji. Hazards of fashion and textile waste: Approaches for effective waste management. En *Waste management in the fashion and textile industries*. Woodhead Publishing, 2021. p. 31-58.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818758-6.00002-8>
18. Ebrahiem, Ebrahiem E.; AL-MAGHRABI, Mohammednoor N.; MOBARKI, Ahmed R. Removal of organic pollutants from industrial wastewater by applying photo-Fenton oxidation technology. *Arabian Journal of Chemistry*, 2017, vol. 10, p. S1674-S1679.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.06.012>
19. Feijoo, Sara; KAMALI, Mohammadreza; DEWIL, Raf. Effects of wastewater composition and reactor operating mode on the removal of micropollutants via electrochemical advanced oxidation. *Journal of Water Process Engineering*, 2022, vol. 50, p. 103220.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103220>
20. Guhananthan, A., et al. Sources, consequences, and control of nanoparticles and microplastics in the environment. En *Emerging Aquatic Contaminants*. Elsevier, 2023. p. 277-306.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96002-1.00006-7>

21. Hemalatha, R. J., et al. Biomedical instrument and automation: Automatic instrumentation in biomedical engineering. En *Handbook of Data Science Approaches for Biomedical Engineering*. Academic Press, 2020. p. 69-101.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818318-2.00003-9>
22. Javanbakht, Vahid; MOHAMMADIAN, Marzieh. Photo-assisted advanced oxidation processes for efficient removal of anionic and cationic dyes using Bentonite/TiO₂ nano-photocatalyst immobilized with silver nanoparticles. *Journal of Molecular Structure*, 2021, vol. 1239, p. 130496.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130496>
23. Jin, Zhen, et al. Effects of ferroferric oxide on azo dye degradation in a sulfate-containing anaerobic reactor: From electron transfer capacity and microbial community. *Chemosphere*, 2022, vol. 286, p. 131779.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131779>
24. Jiang, Hanfeng, et al. Research progress and trends of biochar in the field of wastewater treatment by electrochemical advanced oxidation processes (EAOPs): a bibliometric analysis. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 2023, p. 100305.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100305>
25. Katheresan, Vanitha; KANSEDO, Jibrail; LAU, Sie Yon. Efficiency of various recent wastewater dye removal methods: A review. *Journal of environmental chemical engineering*, 2018, vol. 6, no 4, p. 4676-4697.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.06.060>
26. Khan, Waseem Ullah, et al. A critical review of hazardous waste generation from textile industries and associated ecological impacts. *Journal of the Indian Chemical Society*, 2022, p. 100829.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jics.2022.100829>
27. Khodamorady, Minoo; BAHRAMI, Kiumars. Fe₃O₄@BNPs@ZnO–ZnS as a novel, reusable and efficient photocatalyst for dye removal from synthetic and textile wastewaters. *Heliyon*, 2023.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16397>

28. Kishor, Roop, et al. Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, vol. 9, no 2, p. 105012.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.105012>
29. Kumar, Ponnusamy Senthil; SARAVANAN, Anbalagan. Sustainable wastewater treatments in textile sector. En *Sustainable fibres and textiles*. Woodhead Publishing, 2017. p. 323-346.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102041-8.00011-1>
30. Kumari, S. Chaitanya; DHAND, Vivek; ANURADHA, K. A review on azo dye degradation by exopolysaccharide-mediated green synthesis of stabilized silver nanoparticles. *Environmental Applications of Microbial Nanotechnology*, 2023, p. 381-391.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91744-5.00005-9>
31. Kumari, Usha, et al. Global water challenge and future perspective. En *Green Technologies for the Defluoridation of Water*. Elsevier, 2021. p. 197-212.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85768-0.00002-6>
32. Lellis, Bruno, et al. Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 2019, vol. 3, no 2, p. 275-290.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>
33. Lund Schlamovitz, Josefina; BECKER, Per. Differentiated vulnerabilities and capacities for adaptation to water shortage in Gaborone, Botswana. *International Journal of Water Resources Development*, 2021, vol. 37, no 2, p. 278-299.
Disponible en: <https://doi.org/10.1080/07900627.2020.1756752>
34. Madhav, Sugosh, et al. A review of textile industry: Wet processing, environmental impacts, and effluent treatment methods. *Environmental Quality Management*, 2018, vol. 27, no 3, p. 31-41.
Disponible en: <https://doi.org/10.1002/tqem.21538>

35. Maiti, Saptarshi, et al. Sustainability analysis for knitting process and products. En *Advanced Knitting Technology*. Woodhead Publishing, 2022. p. 657-671.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85534-1.00001-5>
36. Manasfi, Tarek. Ozonation in drinking water treatment: an overview of general and practical aspects, mechanisms, kinetics, and byproduct formation. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 2021, vol. 92, p. 85-116.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2021.02.003>
37. Mordechay, Evyatar Ben, et al. Wastewater-derived organic contaminants in fresh produce: Dietary exposure and human health concerns. *Water Research*, 2022, vol. 223, p. 118986.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118986>
38. Munir, Ruba, et al. Green metal oxides coated biochar nanocomposites preparation and its utilization in vertical flow constructed wetlands for reactive dye removal: Performance and kinetics studies. *Journal of Contaminant Hydrology*, 2023, vol. 256, p. 104167.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104167>
39. Muniyasamy, Abaranjitha, et al. Process development for the degradation of textile azo dyes (mono-, di-, poly-) by advanced oxidation process-Ozonation: Experimental & partial derivative modelling approach. *Journal of environmental management*, 2020, vol. 265, p. 110397.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110397>
40. Nazari, L., et al. Recent advances in energy recovery from wastewater sludge. *Direct thermochemical liquefaction for energy applications*, 2018, p. 67-100.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101029-7.00011-4>
41. Nizam, Nurul Umairah M., et al. Effective adsorptive removal of dyes and heavy metal using graphene oxide based Pre-treated with NaOH/H₂SO₄ rubber seed shells synthetic graphite Precursor: Equilibrium Isotherm, kinetics and thermodynamic studies. *Separation and Purification Technology*, 2022, vol. 289, p. 120730.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.120730>

42. Pervez, Md Nahid, et al. Textile waste management and environmental concerns. En *Fundamentals of Natural Fibres and Textiles*. Woodhead Publishing, 2021. p. 719-739.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821483-1.00002-4>

43. Ravindiran, Gokulan, et al. Removal of azo dyes from synthetic wastewater using biochar derived from sewage sludge to prevent groundwater contamination. *Urban Climate*, 2023, vol. 49, p. 101502.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101502>

44. Rawat, Deepak, et al. Ecotoxic potential of a presumably non-toxic azo dye. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2018, vol. 148, p. 528-537.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.10.049>

45. Rekhate, Chhaya V.; SRIVASTAVA, J. K. Recent advances in ozone-based advanced oxidation processes for treatment of wastewater-A review. *Chemical Engineering Journal Advances*, 2020, vol. 3, p. 100031.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2020.100031>

46. Rodrigues, Carmen SD; MADEIRA, Luís M.; BOAVENTURA, Rui AR. Treatment of textile dye wastewaters using ferrous sulphate in a chemical coagulation/flocculation process. *Environmental technology*, 2014, vol. 34, no 6, p. 719-729.

Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09593330.2012.715679>

47. Rostamzadeh, Daniel; SADEGHI, Susan. Ni doped zinc oxide nanoparticles supported bentonite clay for photocatalytic degradation of anionic and cationic synthetic dyes in water treatment. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2022, vol. 431, p. 113947.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.113947>

48. Sakib, Md Nurus, et al. Preparation of chitosan/laterite/iron oxide-based biocomposite and its application as a potential adsorbent for the removal of

methylene blue from aqueous solution. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2022, vol. 17, p. 100658.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2022.100658>

49. Salehi, Maryam. Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis. *Environment International*, 2022, vol. 158, p. 106936.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106936>

50. Saravanan, A., et al. A detailed review on advanced oxidation process in treatment of wastewater: Mechanism, challenges and future outlook. *Chemosphere*, 2022, p. 136524.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136524>

51. Schulthess. WEIGHING. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition). 2003, Pages 6120-6129.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01281-5>

52. Shahamat, Yousef Dadban, et al. Removal of azo red-60 dye by advanced oxidation process O₃/UV from textile wastewaters using Box-Behnken design. *Inorganic Chemistry Communications*, 2022, p. 109785.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.109785>

53. Shin, Jaegwan; BAE, Sungjun; CHON, Kangmin. Fenton oxidation of synthetic food dyes by Fe-embedded coffee biochar catalysts prepared at different pyrolysis temperatures: A mechanism study. *Chemical Engineering Journal*, 2021, vol. 421, p. 129943.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.129943>

54. Singha, Kunal, et al. Harmful environmental effects for textile chemical dyeing practice. En *Green Chemistry for Sustainable Textiles*. Woodhead Publishing, 2021. p. 153-164.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85204-3.00005-1>

55. Srinivasan, Shantkriti; SADASIVAM, Senthil Kumar. Biodegradation of textile azo dyes by textile effluent non-adapted and adapted *Aeromonas hydrophila*. *Environmental Research*, 2021, vol. 194, p. 110643.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110643>

56. Svetozarević, Milica, et al. Biodegradation of synthetic dyes by free and cross-linked peroxidase in microfluidic reactor. *Environmental Technology & Innovation*, 2022, vol. 26, p. 102373.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102373>

57. Thakur, Manita; PATHANIA, Deepak. Environmental fate of organic pollutants and effect on human health. En *Abatement of Environmental Pollutants*. Elsevier, 2020. p. 245-262.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818095-2.00012-6>

58. Thomas, Marie-Florence; BURGESS, Christopher; THOMAS, Olivier. Physical and aggregation properties. En *UV-Visible Spectrophotometry of Waters and Soils*. Elsevier, 2022. p. 233-258.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90994-5.00004-6>

59. Thomas, Olivier; CAUSSE, Jean; THOMAS, Marie-Florence. Aggregate organic constituents. En *UV-Visible spectrophotometry of water and wastewater*. Elsevier, 2017. p. 139-162.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63897-7.00004-4>

60. Ushani, Uthirakrishnan, et al. Sulfate radicals-based advanced oxidation technology in various environmental remediation: A state-of-the-art review. *Chemical Engineering Journal*, 2020, vol. 402, p. 126232.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126232>

61. Vitthal S. Kulkarni Ph.D., Charles Shaw Ph.D. Chapter 11 - Miscellaneous Physical, Chemical, and Microbiological Test Methods. *Essential Chemistry for Formulators of Semisolid and Liquid Dosages*. 2016, Pages 193-221.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801024-2.00011-X>

62. Vithalkar, Sarika H., et al. Kinetic study of oxidation of nitrophenol present in waste water using ferrous sulphate. *Materials Today: Proceedings*, 2019, vol. 15, p. 620-625.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.04.129>

63. Wang, Shun, et al. Post-synthetic modification of conjugated microporous polymer with imidazolium for highly efficient anionic dyes removal from water. *Separation and Purification Technology*, 2022, vol. 284, p. 120245.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.120245>
64. Wang, Siqi, et al. Hydrogen peroxide-assisted and histidine-stabilized copper-containing nanozyme for efficient degradation of various organic dyes. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2023, vol. 287, p. 122084.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2022.122084>
65. Yotinov, Ivaylo, et al. Influence of the azo-dye amaranth on the trophic structure of activated sludge in a model experiment. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, p. 1-14.
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27406-2>
66. Zafar, Sadia; BUKHARI, Dilara A.; REHMAN, Abdul. Azo dyes degradation by microorganisms-An efficient and sustainable approach. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2022, p. 103437.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103437>
67. Zhao, Shuaifei, et al. Integrated membrane system without adding chemicals for produced water desalination towards zero liquid discharge. *Desalination*, 2020, vol. 496, p. 114693.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114693>

Anexos

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable dependiente: Remoción del colorante sintético azoico amaranto	La remoción de los colorantes sintéticos puede realizarse mediante procesos biológicos, físicos o fisicoquímicos; el proceso fisicoquímico, mediante la oxidación química en particular, elimina los SST y NT, así como la mayor parte de la carga orgánica del efluente y se puede realizar mediante diferentes tipos de agentes oxidantes como (Thomas O. et al., 2017, p.2).	La reducción del colorante ozoico amaranto se determinará mediante los promedios de remoción de la cantidad final menos la cantidad inicial dividido por la cantidad final multiplicado por 100 comparando los valores iniciales con los finales.	Características fisicoquímicas	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l
				Demanda Química de Oxígeno	mg/l
				Potencial de Hidrógenos	-
				Ozoico amaranto	mg/l
				Temperatura	°C
			Porcentaje de remoción	Eficiencia del proceso	%

Variable independiente: Oxidación	La oxidación química es el proceso de oxidación de contaminantes orgánicos mediante agentes oxidantes en el tratamiento de aguas residuales. La mayoría de los contaminantes orgánicos persistentes pueden degradarse mediante oxidación química añadiendo reactivos (Adeleke O. et al., 2019, p.2).	Se realizará diferentes tratamientos con 2 corridas cada una y el promedio de remoción utilizando dos tipos de agentes oxidante (agente oxidante peróxido de sodio y sulfato ferroso), con diferente dosis para cada uno.	Agente oxidante	peróxido de sodio	mg/l
				sulfato ferroso	
			Dosis	10	%
				20	
30					

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

Dr. Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi

Nosotros García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero con DNI N° 42087442 y 72623116, alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorado por el ingeniero Lozano Sulca, Yimi Tom, nos dirigimos a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023”** solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



Garcia Talledo Eder Milton
DNI: 42087442



Reto Gomez Karla Lucero
DNI :72622316

Lima, 29 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características fisicoquímicas
 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMA- MENTE 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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85



Lima, 29 de junio del 2023

 Dr. Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio
 CIP:152797

Ficha 1: Características fisicoquímicas

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023				
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero				
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom				
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático				
Lugar	A nivel de laboratorio				
Fecha	23/06/2023				
Muestras	Agua acondicionada para 4 muestras				Unidad de análisis
azoico amaranto					g
Concentración de color					UC
pH					-
Turbidez					NTU
Conductividad					uS

Ficha 2: Proceso 1 con agente oxidante peróxido de sodio (Na₂O₂)

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023				
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero				
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom				
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático				
Lugar	A nivel de laboratorio				
Fecha	23/06/2023			Hora	
Oxidante	Peróxido de sodio			Concentración inicial	
Tratamientos	3			Promedio	Observaciones
Dosis oxidante Na₂O₂ (g/L)	1	5	10		
Tiempo (minutos)	30 y 60				
Corrida Inicial					
Repetición 1					
Repetición 2					
Repetición 3					
Remoción %					

Ficha 3: Proceso 2 con agente oxidante sulfato de hierro (FeSO₄)

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023						
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	23/06/2023				Hora		
Oxidante	Sulfato de Hierro				Concentración inicial		
Tratamientos	3			Promedio			Observaciones
Dosis oxidante FeSO₄ (g/L)	2.5	5	7.5				
Tiempo (minutos)	30 y 60						
Corrida Inicial							
Repetición 1							
Repetición 2							
Repetición 3							
Remoción %							

Ficha 4: Dosis optima de agente oxidante

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023						
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	23/06/2023			Hora			
Contaminante	Colorante azoico amaranto			Concentración inicial			
Tratamientos	2			Promedio			Observaciones
Dosis oxidante Na₂O₂ (g/L)	1	5	10				
Dosis Oxidante FeSO₄	2.5	5	7.5				
Tiempos (min)	30 y 60						
Concentración Inicial							
Concentración Inicial							
Remoción %							

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán

Yo García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero con DNI N° 42087442 y 72623116, alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorado por el ingeniero Lozano Sulca, Yimi Tom, nos dirigimos a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023”** solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



García Talledo Eder Milton
DNI: 42087442



Reto Gomez Karla Lucero
DNI :72622316

Lima, 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Eduardo Ronald Espinoza Farfán
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características fisicoquímicas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMA- MENTE 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

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90

Lima, 29 de junio del 2023



Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán

CIP:92135

Ficha 1: Características fisicoquímicas

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023				
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero				
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom				
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático				
Lugar	A nivel de laboratorio				
Fecha	23/06/2023				
Muestras	Agua acondicionada para 4 muestras				Unidad de análisis
azoico amaranto					g
Concentración de color					UC
pH					-
Turbidez					NTU
Conductividad					uS

Ficha 2: Proceso 1 con agente oxidante peróxido de sodio (Na₂O₂)

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023				
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero				
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom				
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático				
Lugar	A nivel de laboratorio				
Fecha	23/06/2023			Hora	
Oxidante	Peróxido de sodio			Concentración inicial	
Tratamientos	3			Promedio	Observaciones
Dosis oxidante Na₂O₂ (g/L)	1	5	10		
Tiempo (minutos)	30 y 60				
Corrida Inicial					
Repetición 1					
Repetición 2					
Repetición 3					
Remoción %					

Ficha 3: Proceso 2 con agente oxidante sulfato de hierro (FeSO₄)

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023						
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	23/06/2023				Hora		
Oxidante	Sulfato de Hierro				Concentración inicial		
Tratamientos	3			Promedio			Observaciones
Dosis oxidante FeSO₄ (g/L)	2.5	5	7.5				
Tiempo (minutos)	30 y 60						
Corrida Inicial							
Repetición 1							
Repetición 2							
Repetición 3							
Remoción %							

Ficha 4: Dosis optima de agente oxidante

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023						
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	23/06/2023			Hora			
Contaminante	Colorante azoico amaranto			Concentración inicial			
Tratamientos	2			Promedio			Observaciones
Dosis oxidante Na₂O₂ (g/L)	1	5	10				
Dosis Oxidante FeSO₄	2.5	5	7.5				
Tiempos (min)	30 y 60						
Concentración Inicial							
Concentración Inicial							
Remoción %							

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

Yo García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero con DNI N° 42087442 y 72623116, alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorado por el ingeniero Lozano Sulca, Yimi Tom, nos dirigimos a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023”** solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



Garcia Talledo Eder Milton
DNI: 42087442



Reto Gomez Karla Lucero
DNI :72622316

Lima, 29 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV Lima Este
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características fisicoquímicas
 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMA-MENTE 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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

Lima, 13 de julio de 2023



 Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

CIP:145791

Ficha 1: Características fisicoquímicas

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023				
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero				
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom				
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático				
Lugar	A nivel de laboratorio				
Fecha	23/06/2023				
Muestras	Agua acondicionada para 4 muestras				Unidad de análisis
azoico amaranto					g
Concentración de color					UC
pH					-
Turbidez					NTU
Conductividad					uS

Ficha 2: Proceso 1 con agente oxidante peróxido de sodio (Na₂O₂)

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023				
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero				
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom				
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático				
Lugar	A nivel de laboratorio				
Fecha	23/06/2023			Hora	
Oxidante	Peróxido de sodio			Concentración inicial	
Tratamientos	3			Promedio	Observaciones
Dosis oxidante Na₂O₂ (g/L)	1	5	10		
Tiempo (minutos)	30 y 60				
Corrida Inicial					
Repetición 1					
Repetición 2					
Repetición 3					
Remoción %					

Ficha 3: Proceso 2 con agente oxidante sulfato de hierro (FeSO₄)

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023						
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	23/06/2023				Hora		
Oxidante	Sulfato de Hierro				Concentración inicial		
Tratamientos	3			Promedio			Observaciones
Dosis oxidante FeSO₄ (g/L)	2.5	5	7.5				
Tiempo (minutos)	30 y 60						
Corrida Inicial							
Repetición 1							
Repetición 2							
Repetición 3							
Remoción %							

Ficha 4: Dosis optima de agente oxidante

Título del proyecto	Oxidación del colorante sintético azoico amaranto para la remoción en cuerpos de agua a nivel de laboratorio, 2023						
Responsables	García Talledo, Eder Milton y Reto Gómez, Karla Lucero						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	23/06/2023			Hora			
Contaminante	Colorante azoico amaranto			Concentración inicial			
Tratamientos	2			Promedio			Observaciones
Dosis oxidante Na₂O₂ (g/L)	1	5	10				
Dosis Oxidante FeSO₄	2.5	5	7.5				
Tiempos (min)	30 y 60						
Concentración Inicial							
Concentración Inicial							
Remoción %							

Certificados de calibración

INFORME DE ENSAYO N° 07- 2023

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO


Tipo de ensayos: Análisis físico - químico
Tipo de muestra: Agua sintética
Descripción de la muestra: líquido
Muestra tomada por: Estudiante
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV Lima Este
Fecha de realización de ensayos: 21 de agosto 2023

MATRIZ : agua sintética	Análisis -físico químico			
	Color verdadero	Turbidez	pH	C.E
Identificación de la Muestra	Escala Pt/Co	NTU	Unidad	uS/cm
M1	20	45	7,0	5582
M2	26	50	6,8	5600
M3	30	62	7,2	5670
M4	34	74	6,9	5691

*En resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Método de Referencia:

APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B , APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B, APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B, APHA-AWWA-WEF (2012) método 2540 C, SM 2130 D. Turbidity. Nephelometric Method. (2012), APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B, APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B


Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio
De Biotecnología


V. B* Mg Sc. Priscilla Aljaga
Jefe de escuela de Biotecnología Ambiental



INFORME DE ENSAYO N° 07- 2023

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV


Tipo de ensayos: Análisis físico - químico
 Tipo de muestra: Agua sintética
 Descripción de la muestra: líquido
 Muestra tomada por: Estudiante
 Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV Lima Este
 Fecha de realización de ensayos: 21 de agosto 2023

MATRIZ : agua sintética con dosis de Na ₂ O ₂		Tiempo	Color verdadero	Turbidez	C.E
		Minutos	Escala Pt/Co	NTU	uS/cm
T1	Corrida Inicial	30	27,1	41	5395
	R1		26,5	39	5401
	R2		26,9	35	5380
	R3		27,0	37	5387
T2	Corrida Inicial		18,0	21,8	4095
	R1		20,1	20,9	4099
	R2		19,8	20,5	4097
	R3		19,8	21,0	4101
T3	Corrida Inicial		16,1	16	3501
	R1		15,5	14	3495
	R2		15,1	15	3497
	R3		15,6	14	3503

MATRIZ : agua sintética con dosis de Na ₂ O ₂		Tiempo	Color verdadero	Turbidez	C.E
		Minutos	Escala Pt/Co	NTU	uS/cm
T1	Corrida Inicial	60	22,2	27	4390
	R1		21,9	26	4385
	R2		22,0	26	4392
	R3		22,1	26	4387
T2	Corrida Inicial		13,9	16,5	3195
	R1		14,0	15,9	3192
	R2		13,7	16,3	3194
	R3		13,9	16,0	3190
T3	Corrida Inicial		2	7,5	1290
	R1		2,5	7	1287
	R2		2,9	7,3	1288
	R3		2	7,1	1285

*Los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

método de referencia: APHA-AWWA-WEF (2005) método 2510 B; SM-2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012).


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio
 De Biotecnología


 V. B* Mg Sc. Freddy Cruz Aliaga
 Jefe de escuela Ingeniería Ambiental




LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

MATRIZ : agua sintetica con dosis de Fe ₂ SO ₄		Tiempo	Color verdadero	Turbidez	C.E
		Minutos	Escala Pt/Co	NTU	uS/cm
T1	Corrida Inicial	30	27,2	55	5601
	R1		27,0	56	5599
	R2		27,2	54	5602
	R3		27,1	54	5602
T2	Corrida Inicial		23,4	48	5530
	R1		23,9	49	5528
	R2		23,5	48	5528
	R3		23,6	48	5529
T3	Corrida Inicial		18	35	4802
	R1		17,5	37	4799
	R2		17,8	37	4798
	R3		18	36	4800

MATRIZ : agua sintetica con dosis de Fe ₂ SO ₄		Tiempo	Color verdadero	Turbidez	C.E
		Minutos	Escala Pt/Co	NTU	uS/cm
T1	Corrida Inicial	60	19,9	41	5201
	R1		20,0	40	5200
	R2		20,4	42	5203
	R3		20,3	41	5201
T2	Corrida Inicial		18,5	32	4560
	R1		18,9	30	4559
	R2		18,5	32	4561
	R3		18,7	31	4561
T3	Corrida Inicial		14,0	25	3102
	R1		13,9	26	3099
	R2		13,8	25	3098
	R3		13,8	25	3100

*los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Método de Referencia: método de referencia APHA-AWWA-WEF (2005)método 2010 B, SM 2130 B, Turbidity, Nephelometric Method. (2012)


Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio
De Biotecnología


V.º B.º Mg. Sc. 
Jefe de escuela  Ingeniería Ambiental

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-030-2022

Página 1 de 2

Expediente : OTF22-002
Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
Dirección : AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Instrumento : MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD
Alcance de Indicación : 01 Us a 1280 Us 0
Div. Min. de Escala (d) (*) : 0.01 0
Clase de Exactitud : No Indica
Marca : CRISON
Modelo : BASIC 30 EC
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : España
Número de Serie : 223159
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio de Biotecnología
Fecha de Calibración : 2022 - 11 - 30
Fecha de Emisión : 2022 - 12 - 01

Método de Calibración Empleado

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón. Tomando como referencia el procedimiento INDECOPI/SNM PC-020: 2010 "Procedimiento de calibración de medidores de pH"

Observaciones

(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(**) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



HCPFG-05-Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-030-2022

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad		Patrón de PRESITEC	
Patrón de Referencia		Patrón de Trabajo	Certif. / Inf. Calibración
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA		Ampolla de 20 ml LI 190265(A) U(k=2) ±0.14	SI Analytics GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA		Ampolla de 20 ml LI 1180115(A) U(k=2) ±0.13	SI Analytics GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA		Ampolla de 20 ml LI 170124(A) U(k=2) ±0.13	SI Analytics GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA		Ampolla de 20 ml LI 170124(A) U(k=2) ±0.13	SI Analytics GmbH DIN 55 350

Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales	Mínima	Máxima
Temperatura	20.3 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

Resultados de Calibración

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado μS	Lectura de equipo μS	Error μS	Incertidumbre μS (k=2)
25.0	12.80	12.83	0.03	0.14

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado μS	Lectura de equipo μS	Error μS	Incertidumbre μS (k=2)
25.0	12.80	12.81	0.01	0.15

Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCFFQ-05-Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 1 de 5

Expediente : OTF22-002
 Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
 Dirección : AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO

Equipo de Medición : INCUBADORA
 Marca : VELP SCIENTIFICA
 Modelo : FTC 901
 Procedencia : No Indica
 Código de Identificación : No Indica
 Número de Serie : 203914
 Temperatura de trabajo : 25°C
 Ventilación : NATURAL
 Lugar de Calibración : LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
 Carga : 9%

Nombre	Marca/ Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Controlador de Temperatura	NO INDICA	NO INDICA	± °C a 90 °C	0,1 °C	Digital

Fecha de Calibración : 2022-11-30
 Fecha de Emisión : 2022-12-01

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó empleando el Método de Comparación Directa entre las indicaciones de lectura del controlador de temperatura del equipo a calibrar y un termómetro digital con 10 termopares, utilizando el Procedimiento de INDECOPYSNM "PC-018, Ed. 02 - Junio 2009: Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático".

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,2	20,4
Humedad (%)	55	66

Observaciones

- Se programó el controlador del equipo en 43,0 °C para temperatura de trabajo.
 - El tiempo de calentamiento fue de 83 minutos y estabilización del equipo fue de aproximadamente 60 minutos.
 - La tolerancia usada es de 1,0 °C según proceso indicado por el usuario.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
- PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



HCT-02 Rev.00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 2 de 5

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Temperatura del Instituto Nacional de Calidad INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Patrón de Referencia	Certificado / Informe de Calibración	Patrón Utilizado	Certificado / Informe de Calibración
Termómetro de indicación Digital con incertidumbre del orden de 0,021 °C a 0,07 °C	INACAL-DM LT-237-2021	Indicador Digital (PT-04) deHogger 10 sensores (K 1-10) con incertidumbre del orden de 0,3 °C	PRESITEC SAC PM-005-2022

Resultados de la calibración:

CALIBRACIÓN PARA 43 °C

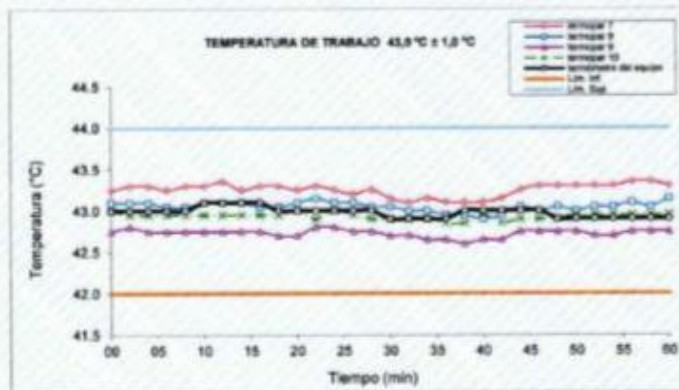
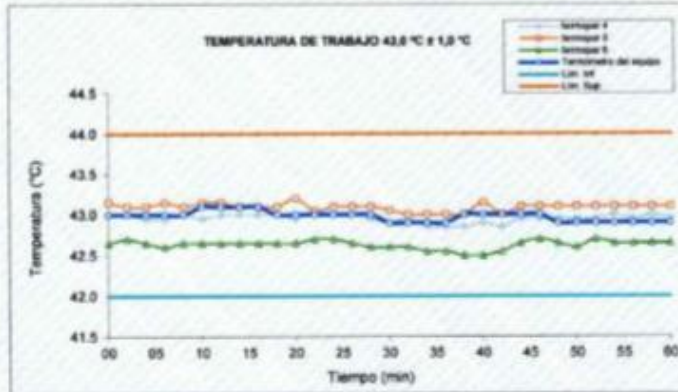
TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	25.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
2	43.0	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
4	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
6	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.2	42.6	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
8	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
10	43.1	43.1	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
12	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
14	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
16	43.1	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
18	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.65
20	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.60
22	43.0	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	42.9	43.0	0.60
24	43.0	43.1	43.1	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.55
26	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.2	43.1	42.8	43.0	43.0	0.55
28	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.6	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.65
30	42.9	43.0	42.9	43.0	42.9	43.1	42.8	43.2	43.1	42.7	42.9	42.9	0.55
32	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	42.8	43.1	43.0	42.7	42.9	42.8	0.50
34	42.9	43.0	43.0	43.0	42.9	43.0	42.6	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.60
36	42.9	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	42.8	43.1	43.0	42.7	42.9	42.9	0.55
38	43.0	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	42.5	43.1	43.0	42.6	42.9	42.9	0.60
40	43.0	43.0	42.9	43.0	42.9	43.2	42.5	43.1	42.9	42.7	43.0	42.9	0.65
42	43.0	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.8	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.60
44	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.60
46	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.0	42.8	42.9	43.0	0.60
48	42.9	43.0	42.9	42.9	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.65
50	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.6	43.3	43.0	42.6	43.0	43.0	0.70
52	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.60
54	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.65
56	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
58	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
60	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	43.0	43.0	0.65
T.PROM	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.8	43.3	43.1	42.7	42.9	43.0	
T.MAX	43.1	43.1	43.1	43.1	43.2	42.7	43.4	43.2	42.8	43.0			
T.MIN	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.6	43.1	42.8	42.8			
DTT	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1		

HCT-02 Rev.00

AV. PERU NRO. 236 URB. HUAQUILLAY LIMA - LIMA - COMAS TELF.: 983466251 / WEB: www.precitecsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN

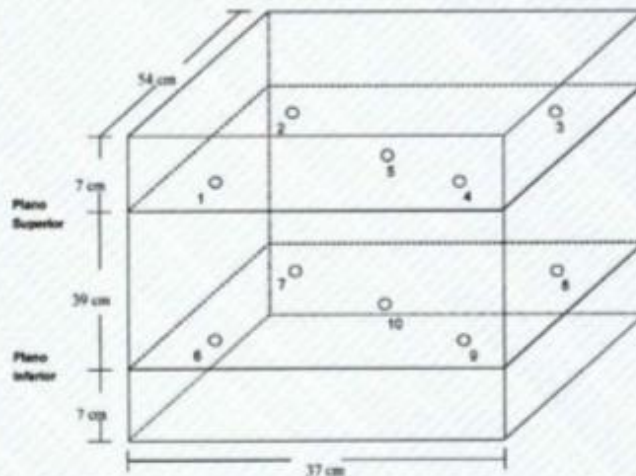
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES




- Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la bandeja superior.
- Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la bandeja superior.
- Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro del plano superior e inferior, respectivamente.
- Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4 cm de las paredes laterales y a 4 cm del frente y fondo de la incubadora.

Incertidumbres

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 101:2008) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones". La cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

.....
Fin del certificado de calibración

HCT-02 Rev.00

Kossodo		"INFORME TÉCNICO"		Código:	F-ST-01
				Versión:	2
				Fecha de Aprob:	3/2/2023
Nº Autogenerado	00200194-23	Nº de Proceso		Fecha de emisión	18-19/07/23
Nro. OT	0020000278	Nº de ítem		Fecha de intervención	18-19/07/23
DATO DEL CLIENTE					
Razón social	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.				
RUC	20184113632	Teléfono	Daniel Neolocup Gonzales		
Contacto	Daniel Neolocup Gonzales	Correo	dneolocup@uov.edu.pe		
DATO DEL EQUIPO					
Descripción	ESPECTROFOTOMETRO		Identificación Interna	D07-006647	
Marcas	PG-INSTRUMENT		Serie	26-0802-21-0024	
Modelo	AA600		Historial		
Familia	ESPECTROFOTOMETRO		Ubicación	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA	
Estado	Con garantía <input type="checkbox"/>	Sin garantía <input type="checkbox"/>	Verificación Operacional	<input type="checkbox"/>	
Tipo de Servicio	Revisión y diagnóstico <input type="checkbox"/>	Mantenimiento preventivo <input type="checkbox"/>	Mantenimiento correctivo	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Inspección (Pre-Instalación)	<input type="checkbox"/>	
REPORTE DE FALLA DEL CLIENTE					
El equipo no cumple con las características técnicas		<input checked="" type="checkbox"/>	El equipo muestra mensaje de error		<input checked="" type="checkbox"/>
El equipo presenta problemas de lectura		<input type="checkbox"/>	El equipo no enciende		<input type="checkbox"/>
El equipo no presenta problemas de funcionamiento		<input type="checkbox"/>	Otros		<input checked="" type="checkbox"/>
Detallar : MTTO. CORRECTIVO - CAMBIO DE REPUESTO					
TRABAJO REALIZADO			MEDICIONES		
Revisión de ambiente y condiciones de la instalación.	<input checked="" type="checkbox"/>	Voltaje: 220VAC			
Verificación de presiones de gases.	<input checked="" type="checkbox"/>				
Revisión de UPS del homo de grafito	<input checked="" type="checkbox"/>				
Reemplazo de la trampa de agua	<input checked="" type="checkbox"/>				
Encendido del equipo y pruebas de incalculación	<input checked="" type="checkbox"/>				
Verificación de funcionamiento de las lamparas	<input checked="" type="checkbox"/>				
Pruebas de funcionamiento con estándares de Cu y Cd	<input checked="" type="checkbox"/>				
INSTRUMENTOS DE MEDICION					
Multimetro Samwa					
CONCLUSIONES					
El equipo se encuentra operativo y cumple con las características técnicas ofrecidas por el fabricante.		<input type="checkbox"/>	El equipo debe ser revisado en el taller de Kossodo S.A.C.		<input type="checkbox"/>
El servicio ha concluido sin observaciones técnicas.		<input type="checkbox"/>	Mantenimiento preventivo		<input type="checkbox"/>
El problema reportado por el cliente ha sido solucionado		<input type="checkbox"/>	Cambio de repuestos		<input checked="" type="checkbox"/>
El equipo se encuentra inoperativo y no puede ser reparado		<input type="checkbox"/>	Mantenimiento Preventivo realizado por Garantía		<input type="checkbox"/>
			Mantenimiento correctivo		<input checked="" type="checkbox"/>
			Cambio de accesorios		<input type="checkbox"/>
			Otros		<input checked="" type="checkbox"/>
Detallar:					
Después del reemplazo de la trampa de agua, se pudo inicializar el equipo sin errores. En las pruebas efectuadas con estándares de Cu y Cd se determino una muy baja absorbancia					
En la revisión del nebulizador se verifico que no tiene baston de impacto y por ende la muy baja sensibilidad del equipo. Se debe cambiar el nebulizador, Oring y el tubo de aspiracion de muestra.					
No se pudo probar el Homo de Grafito debido a que su equipo de proteccion electrica se encuentra dañado. El UPS tiene una falla en su tarjeta electronica y debe ser reparado o sustituido.					
La presion del gas Acetileno esta en 75psi, por lo que debe ser reemplazado. Su limite de presion primaria para el cambio del balon es 70psi.					
La sustitucion de la trampa de agua fue muy complicada porque el meson donde se encuentra el equipo es fijo y es muy pequeño, no deja espacio para el mantenimiento y la manipulacion adecuada del mismo. Tener en cuenta que la trampa de agua se encuentra en la parte posterior del equipo y esta debe ser revisada periodicamente para mantener el nivel de agua. Se recomienda cambiar por una meson mas adecuado para facilitar las labores de mantenimiento y uso del equipo.					
Se enviara un informe detallado.					
RECOMENDACIONES					
Se recomienda realizar mantenimiento preventivo y verificacion operacional cada 6 meses.					
CONFORMIDAD					
Nombre:	EDGAR BRAVO GARCIA		Nombre:	DNI:	
			Firma y sello:		

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	220298	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.		
3. Dirección	Av. Larco Nro. 1770 Urb. San Andres 5ta etapa, Victor Larco Herrera - Trujillo - LA LIBERTAD		Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA		
Capacidad Máxima	210 g		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
División de escala (d)	0,0001 g		
Div. de verificación (e)	0,0001 g		
Clase de exactitud	I		
Marca	ADAM		
Modelo	NBL 214i	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Número de Serie	AE9XC491 (*)		
Capacidad mínima	0,01 g		
Procedencia	NO INDICA		
Identificación	NO INDICA		
5. Fecha de Calibración	2022-06-24	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	

Fecha de Emisión
2022-06-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.07.01 09:00:11
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,3
Humedad Relativa (%HR)	70	70

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
(*) Serie indicado en una etiqueta adherido al equipo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

				Inicial	Final			
				Temperatura (°C)	20,4	20,4		
Medición N°	Carga L1 = 100,0000 g			Carga L2 = 200,0000 g				
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)		
1	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
2	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8		
3	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8		
4	100,0002	-	0,3	200,0018	-	1,8		
5	100,0002	-	0,3	200,0020	-	2,0		
6	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8		
7	100,0001	-	0,2	200,0020	-	2,0		
8	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
9	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
10	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
	Diferencia Máxima		0,1	Diferencia Máxima		0,3		
	Error Máximo Permissible		± 0,3	Error Máximo Permissible		± 0,3		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición
de las
cargas

						Inicial	Final		
						Temperatura (°C)	20,4	20,4	
Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,0000 g	0,0000	-	0,1	70,0000	69,9990	-	-1,0	-1,0
2		0,0000	-	0,1		69,9988	-	-1,2	-1,2
3		0,0000	-	0,1		69,9990	-	-1,0	-1,0
4		0,0000	-	0,1		69,9990	-	-1,0	-1,0
5		0,0000	-	0,1		69,9988	-	-1,2	-1,2
	Error máximo permisible								± 0,3

* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022**Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0010	0,0009	-	0,0						
0,0100	0,0098	-	-0,1	-0,1	0,0098	-	-0,1	-0,1	0,1
0,1000	0,0999	-	0,0	0,0	0,0999	-	0,0	0,0	0,1
1,0000	0,9998	-	-0,2	-0,1	0,9998	-	-0,2	-0,1	0,1
5,0000	4,9998	-	-0,2	-0,1	4,9998	-	-0,2	-0,1	0,2
10,0000	9,9998	-	-0,4	-0,3	9,9997	-	-0,3	-0,2	0,2
20,0000	19,9990	-	-1,0	-0,9	19,9991	-	-0,9	-0,8	0,3
50,0000	49,9990	-	-1,0	-0,9	49,9990	-	-1,0	-0,9	0,3
100,0000	99,9999	-	0,0	0,0	99,9998	-	-0,1	-0,1	0,3
120,0000	119,9998	-	-0,1	-0,1	119,9997	-	-0,2	-0,2	0,3
150,0000	149,9998	-	-0,3	-0,3	149,9998	-	-0,3	-0,3	0,3
180,0000	179,9990	-	-0,9	-0,9	179,9990	-	-0,9	-0,9	0,3
210,0000	209,9998	-	-0,2	-0,2	209,9998	-	-0,2	-0,2	0,3

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,00000334161 R$ Incertidumbre expandida de medición $U = 2x\sqrt{0,000000016 \text{ g}^2 + 0,000000000092657 R^2}$ **12. Incertidumbre**

La incertidumbre U 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-023-2022

Página 1 de 2

Expiente : OTF22-002
Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
Dirección : AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Instrumento : MEDIDOR DE PH
Alcance de Indicación : 0.00 pH a 14.0 pH
Div. Min. de Escala (d) (*) : 0.01 pH
Clase de Exactitud : No Indica
Marca : CRISON
Modelo : BASCI 20
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : España
Número de Serie : 234053
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio de Biotecnología
Fecha de Calibración : 2022 - 11 - 30
Fecha de Emisión : 2022 - 12 - 01

Método de Calibración Empleado

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón. Tomando como referencia el procedimiento INDECOPI/SNM PC-020. 2010 "Procedimiento de calibración de medidores de pH"

Observaciones

(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(**) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



HCPFG-05-Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-023-2022

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad		Patrón de PRESITEC	
Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certif / Int. Calibración	
Disolución Tampón 4.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1 190255/A U(k=2) ±0.14	SI Analytica GmbH	DIN 55 350
Disolución Tampón 7.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1.1150115/A U(k=2) ±0.13	SI Analytica GmbH	DIN 55 350
Disolución Tampón 10.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1.170124/A U(k=2) ±3	SI Analytica GmbH	DIN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1.170124/A U(k=2) ±3	SI Analytica GmbH	DIN 55 350

Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales	Mínima	Máxima
Temperatura	20.3 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	68 %	69 %

Resultados de Calibración

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado pH	Lectura de equipo pH	Error pH	Incertidumbre pH (k=2)
25.0	4.00	3.99	-0.01	0.14
24.3	7.00	7.01	0.01	0.14
24.6	10.01	10.02	0.01	0.15

Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCPFO-05-Rev 00

Fotos de laboratorio





