

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES



“APLICACIÓN DEL JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*)
PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE Y ZINC EN
AGUAS RESIDUALES GALVÁNICAS, LIMA ESTE 2023”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

AUTORES:

JASET ANAIS ORTIZ MORENO

RUTH VALERIANO QUISPE

ASESORA:

MARÍA LUCILA GABRIEL GASPAR

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL AMBIENTE

Callao, 2023

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

TÍTULO: “APLICACIÓN DEL JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE Y ZINC EN AGUAS GALVÁNICAS, ATE VITARTE 2023”

AUTORES / CODIGO ORCID / DNI:

JASET ANAIS ORTIZ MORENO/ COD ORCID 0009-0000-7077-1722/ DNI 73259957

RUTH VALERIANO QUISPE/ COD ORCID 0009-0001-7872-985X/ DNI 73393395

ASESOR / CODIGO ORCID / DNI:

Mtra. MARIA LUCILA GABRIEL GASPAR /COD ORCID 0000-0003-3074-0002/DNI 09310083

LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE LA FIARN

UNIDAD DE ANÁLISIS: AGUAS RESIDUALES GALVÁNICAS

TIPO/ ENFOQUE/ DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

APLICADA/ CUANTITATIVO/ EXPERIMENTAL

TEMA OCDE: 1.05.08 -- CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO EVALUADOR

PRESIDENTE: DR. EDUARDO VALDEMAR TRUJILLO FLORES

SECRETARIO: Mtro. CARLOS ODORICO TOME RAMOS

VOCAL: MsC. MARIA ANOTNIETA GUTIERREZ DIAZ

SUPLENTE : MG. LUIS ENRIQUE LOZANO VIEYTES

ASESOR (A) MG. MARÍA LUCILA GABRIEL GASPAR

N° DE LIBRO 01

N° DE FOLIO 103

N° DE ACTA 003-2023

FECHA DE APROBACION 30 DE SETIEMBRE 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)



VI CICLO TALLER DE TESIS

ANEXO 3

ACTA N° 003-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

LIBRO 01 FOLIO No. 103 ACTA N°003-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

A los 30 días del mes de setiembre del año 2023, siendo las 15:29 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/fyg-foyt-xpc>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales** de la **Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Dr.	Eduardo Valdemar Trujillo Flores	: Presidente
Mtro.	Carlos Odorico Tome Ramos	: Secretario
MsC.	María Antonieta Gutiérrez Díaz	: Vocal
Mg.	Luís Enrique Lozano Vieytes	: Suplente
Mg.	María Lucila Gabriel Gaspar	: Asesora

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de las Bachilleres Ruth Valeriano Quispe y Jaset Anais Ortiz Moreno, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: **“APLICACIÓN DEL JACINTO DE AGUA (Eichhornia Crassipes) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE Y ZINC EN AGUAS RESIDUALES GALVÁNICAS, LIMA ESTE 2023”**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa Muy Bueno y calificación cuantitativa Dieciséis (16) la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021.

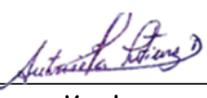
Se dio por cerrada la Sesión a las 16:04 horas del día sábado 30 de setiembre del año en curso.



Presidente



Secretario



Vocal



Asesora

Document Information

Analyzed document	1A; VALERIANO QUISPE; Ruth_ORTIZ MORENO; Jaset Anais_ IF TESIS.pdf (D174110852)
Submitted	9/18/2023 5:07:00 PM
Submitted by	
Submitter email	fiarn.investigacion@unac.edu.pe
Similarity	3%
Analysis address	unidad.de.investigacion.fiarn.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	EF_Taller de Tesis 1_Salazar Bidios Jennifer and Suarez Trujillo Greeys.docx Document EF_Taller de Tesis 1_Salazar Bidios Jennifer and Suarez Trujillo Greeys.docx (D120725789)		3
SA	Universidad Nacional del Callao / MACRÓFITAS FLOTANTES Lemna minor y Lemna gibba PARA LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y NUTRIENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA-vf.pdf Document MACRÓFITAS FLOTANTES Lemna minor y Lemna gibba PARA LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y NUTRIENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA-vf.pdf (D114546115) Submitted by: fiarn.investigacion@unac.edu.pe Receiver: unidad.de.investigacion.fiarn.unac@analysis.arkund.com		2
SA	TESIS_FINAL_CUBA_UK.docx Document TESIS_FINAL_CUBA_UK.docx (D135611043)		5
SA	2016-178030_Limachi_Gloria.docx Document 2016-178030_Limachi_Gloria.docx (D61049625)		1
SA	EF_TallerDeTesis2_AbarcaChavezGregorioAlfredo_ChavezPerezAngelMartin.docx Document EF_TallerDeTesis2_AbarcaChavezGregorioAlfredo_ChavezPerezAngelMartin.docx (D141637050)		1
SA	REVISION SISTEMATICA- FINAL- LESLIE LOJA MEJIA 2021.docx Document REVISION SISTEMATICA- FINAL- LESLIE LOJA MEJIA 2021.docx (D110530393)		1
SA	Universidad Nacional del Callao / POMA BUENDIA, Leya Isabel - MAESTRIA-2023.pdf Document POMA BUENDIA, Leya Isabel - MAESTRIA-2023.pdf (D173264774) Submitted by: fiarn.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fiarn.posgrado.unac@analysis.arkund.com		1

Entire Document

1 I.

DEDICATORIA

El presente estudio de investigación dedicamos a nuestros padres y hermanos, por su amor infinito y apoyo incondicional en todo este proceso de aprendizaje, por siempre inculcarnos valores y principios.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Callao, a la Facultad de ingeniería ambiental y de recursos naturales por todas las enseñanzas y conocimiento brindado. A todos los docentes por siempre tener la buena disposición en apoyarnos, darse el tiempo para compartir sus conocimientos.

A la Ingeniera María Lucila Gabriel Gaspar, nuestra asesora, por su apoyo en todo este proceso, por su disposición en todo momento, muy agradecidas por guiarnos.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ABREVIATURA	7
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
RESUMO	11
INTRODUCCIÓN	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación	16
1.5. Delimitantes de investigación.....	17
1.5.1. Delimitante teórica.....	17
1.5.2. Delimitante temporal.....	18
1.5.3. Delimitante espacial	18
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19

2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	21
2.2.	Bases teóricas	24
2.2.1.	Aguas residuales	24
2.2.2.	Aguas residuales galvánicas	25
2.2.3.	Industria de recubrimiento metálico	26
2.2.4.	Tratamiento de aguas residuales	28
2.2.5.	Humedales artificiales	30
2.2.6.	Fitorremediación acuática.....	31
2.2.7.	Jacinto de agua (Eichhornia crassipes)	32
2.3.	Marco conceptual.....	35
2.3.1.	Aplicación del Jacinto de agua en la remoción de metales: Variable independiente (X)	35
2.3.2.	Aguas residuales galvánicas contaminadas con cromo hexavalente y zinc: Variable dependiente (Y).....	36
2.3.3.	Constructos fundamentados de las teorías en relación al problema de investigación.....	37
2.4.	Definición términos básicos	38
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	40
3.1.	Hipótesis	40
3.1.1.	Hipótesis general.....	40
3.1.2.	Hipótesis específicas	40
3.2.	Operacionalización de variables	41
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	42
4.1.	Diseño metodológico.....	42
4.2.	Método de investigación	43
4.2.1.	Obtención de las macrófitas (Jacinto de agua).....	43
4.2.2.	Selección de recipientes de experimentación.....	44
4.2.3.	Materiales, insumos, Instrumentos y equipos.....	44
4.2.4.	Toma de muestra del agua residual	45

4.2.5. Tratamiento con los Jacintos de agua	46
4.2.6. Monitoreo	46
4.3. Población y muestra.....	49
4.3.1. Población.....	49
4.3.2. Muestra	50
4.4. Lugar de estudio	51
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	51
4.5.1. Técnicas.....	51
4.5.2. Instrumentos.....	51
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	51
4.7. Aspectos éticos en investigación	52
V. RESULTADOS.....	53
5.1. Resultados descriptivos	53
5.2. Resultados inferenciales	66
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	70
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	70
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	71
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	73
VII. CONCLUSIONES.....	74
VIII.RECOMENDACIONES	75
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	80
Anexo 1: Matriz de consistencia	80
Anexo 2: Validación del instrumento.....	81
Anexo Formato de recolección de datos.....	84

Anexo 4: Obtención de las aguas galvánicas	86
Anexo 5: Calibración del pH metro	87
Anexo 6: Acondicionamiento de las aguas galvánicas en laboratorio	88
Anexo 7: Obtención e instalación de las macrófitas.....	89
Anexo 8: Monitoreo periódico	90
Anexo 9: Informe caracterización de muestras	92
Anexo 10: Informe del primer análisis de muestras	96
Anexo 11: Informe del segundo monitoreo	102
Anexo 12: Informe del tercer monitoreo.....	108
Anexo 13: Cadenas de custodia	114
Anexo 14: Certificados de calibración.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Clasificación taxonómica de la especie Eichhornia Crassipes	33
Tabla 2:Características de la macrofita flotante	33
Tabla 3:Operacionalización de las variables	41
Tabla 4:Diseño experimental de la investigación	43
Tabla 5:Cuadros de experimentación.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6:Coordenadas geográficas del punto de muestreo	50
Tabla 7:Caracterización inicial de las aguas residuales galvánicas	53
Tabla 8:Resultados experimentales de la muestra antes de la PTAR a diferentes medios de pH	54
Tabla 9:Resultados experimentales de muestras después de la PTAR a diferentes medios de pH	55
Tabla 10: Medidas estadísticas del indicador de remoción de cromo y zinc de las muestras antes y después de la PTAR.....	56
Tabla 11: Medidas estadísticas del indicador tiempo para ambas muestras antes y después del tratamiento.....	57
Tabla 12: Medidas estadísticas del indicador PH para antes y después del tratamiento	59
Tabla 13: Datos de absorción de la planta a pH 7	64
Tabla 14: Prueba de normalidad de la remoción del cromo y zinc.....	66
Tabla 15: Prueba de (hipótesis) comparaciones del pre y post test de cromo y zinc	67
Tabla 16: Prueba de comparaciones de la influencia del tiempo	68
Tabla 17: Prueba de comparaciones de la influencia del pH	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de proceso de recubrimiento metálico.....	28
Figura 2: Tecnologías convencionales y no convencionales.....	30
Figura 3: Comparación de plantas acuáticas	32
Figura 4: Jacinto de agua o camalote	34
Figura 5: Medidas de los recipientes de experimentación.....	44
Figura 6: Toma de muestras para la caracterización.....	45
Figura 7: Recipientes a diferentes valores de pH.....	47
Figura 8: Toma de muestras cada 5 días	47
Figura 9: Diagrama de flujo del tratamiento de aguas residuales galvánicas con los Jacintos de agua.....	47
Figura 10: Ubicación de Lima Este	49
Figura 11: Ubicación de los puntos de muestreo de agua en el distrito de Ate	50
Figura 12: Remoción de cromo hexavalente de la muestra 1: antes de la PTAR, a diferentes pH.....	60
Figura 13: Remoción de cromo hexavalente de la muestra 2: después de la PTAR, a diferentes pH	61
Figura 14: Remoción de zinc de la muestra 1: antes de la PTAR, a diferentes pH. 61	
Figura 15: Remoción de zinc de la muestra 2: después de la PTAR, a diferentes pH 62	
Figura 16:Comportamiento de la conductividad	63
Figura 17:Comportamiento de la turbidez	63
Figura 18:Comportamiento de los sólidos totales suspendidos	64
Figura 19:Porcentaje de absorción para cromo y zinc	65

ÍNDICE DE ABREVIATURA

Cr: Cromo

et al.: y otros

g: gramos

INACAL: Instituto Nacional de la Calidad

L: Litros

Mn: Manganeseo

mm: Miligramo

ml: Mililitro

NTU: Nephelometric Turbidity Unit

OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

ONU: Organización de Naciones Unidas

pH: Grado de acidez de una solución

ppm: Parte por millón

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

SST: Solidos Suspendidos Totales

µs/cm: microsiemens por centímetro

Zn: Zinc

RESUMEN

El presente estudio se ha desarrollado con el objetivo de evaluar la influencia de la aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de Cromo Hexavalente y Zinc en aguas residuales galvánicas.

La metodología del presente estudio tiene un enfoque cuantitativo con diseño experimental y un alcance explicativo. Se plantearon condiciones de operación como, pH y tiempo de residencia para determinar el porcentaje más eficiente de remoción de los metales pesados de cromo hexavalente y zinc, manipulándose de manera intencional estos indicadores de la variable independiente, que es aplicación del Jacinto de agua en la remoción de metales, para causar un efecto en la variable dependiente, aguas residuales galvánicas contaminadas con cromo hexavalente y zinc. La metodología consistió en tomar dos muestras de una industria metalmecánica, antes y después de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), posteriormente se construyó un humedal artificial utilizando 6 cubas experimentales con capacidad de volumen total de 42 L, donde 3 cubas contienen muestras antes y 3 después de la PTAR; se trabajó a diferentes condiciones de operación, de pH (5, 7 y 9) y tiempo de residencia (5, 10 y 15) días.

El resultado de la remoción de cromo hexavalente fue el porcentaje máximo de 25.74% de la muestra antes y de 96.25% después de la PTAR a un pH en medio ácido, y en un tiempo de residencia de 15 días. En el caso del zinc el porcentaje máximo de remoción que alcanzó fue de 97.85% antes y de 80% después de la PTAR, a un pH alcalino y en 15 días. Asimismo, para demostrar la significancia se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas obteniendo en el estadístico de prueba un p-valor menor a 0.01.

Se concluye que la aplicación del Jacinto de agua remueve de manera eficiente los metales pesados de las aguas residuales galvánicas, considerándose una buena alternativa de solución para tratamientos de aguas residuales. **Palabras clave:** *Eichhornia crassipes*, agua residual galvánica, metales pesados, remoción.

ABSTRACT

The present investigation has been developed with the objective of evaluating the influence of the application of the Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for the removal of Hexavalent Chromium and Zinc in galvanic wastewater.

The methodology of this study has a quantitative approach with an experimental design and an explanatory scope. Operating conditions such as pH and residence time were raised to determine the most efficient percentage of heavy metal removal of hexavalent chromium and zinc, intentionally manipulating these indicators of the independent variable, which is the application of water hyacinth in the removal of metals, to cause an effect on the dependent variable, galvanic wastewater contaminated with hexavalent chromium and zinc. The methodology consisted of taking two samples from a metal-mechanic industry, before and after the wastewater treatment plant (PTAR), later an artificial wetland was built using 6 experimental tanks with a total volume capacity of 42 L, where 3 tanks contain samples before and 3 after the WWTP; work was carried out at different operating conditions, pH (5, 7 and 9) and residence time (5, 10 and 15) days.

The result of the removal of hexavalent chromium was the maximum percentage of 25.74% of the sample before and 96.25% after the WWTP at a pH in an acid medium, and in a residence time of 15 days. In the case of zinc, the maximum removal percentage reached was 97.85% before and 80% after the WWTP, at an alkaline pH and in 15 days. Likewise, to demonstrate the significance, the Wilcoxon test was applied for related samples, obtaining a p-value of less than 0.01 in the test statistic.

It is concluded that the application of water hyacinth efficiently removes heavy metals from galvanic wastewater, considering it a good alternative solution for wastewater treatment.

Keywords: *Eichhornia crassipes*, galvanic wastewater, heavy metals, removal.

RESUMO

A presente investigação foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a influência da aplicação do Aguapé (*Eichhornia crassipes*) para a remoção de Cromo Hexavalente e Zinco em águas residuais galvânicas.

A metodologia deste estudo tem uma abordagem quantitativa com um delineamento experimental e de âmbito explicativo. Condições operacionais como pH e tempo de residência foram levantadas para determinar a porcentagem mais eficiente de remoção de metais pesados de cromo hexavalente e zinco, manipulando intencionalmente esses indicadores da variável independente, que é a aplicação de aguapé na remoção de metais, para causar um efeito sobre a variável dependente, efluentes galvânicos contaminados com cromo hexavalente e zinco. A metodologia consistiu na recolha de duas amostras de uma indústria metalomecânica, antes e depois da estação de tratamento de águas residuais (PTAR), posteriormente construiu-se uma zona húmida artificial utilizando 6 tanques experimentais com capacidade total de 42 L, onde 3 tanques contêm amostras antes e 3 após a ETAR; o trabalho foi realizado em diferentes condições de operação, pH (5, 7 e 9) e tempo de residência (5, 10 e 15) dias.

O resultado da remoção do cromo hexavalente foi o percentual máximo de 25,74% da amostra antes e 96,25% após a ETE em pH em meio ácido, e em tempo de residência de 15 dias. No caso do zinco, o percentual máximo de remoção alcançado foi de 97,85% antes e 80% após a ETE, em pH alcalino e em 15 dias. Da mesma forma, para demonstrar a significância, o teste de Wilcoxon foi aplicado para amostras relacionadas, obtendo-se um valor de p inferior a 0,01 na estatística do teste.

Conclui-se que a aplicação de aguapé remove eficientemente metais pesados de efluentes galvânicos, sendo uma boa alternativa para o tratamento de efluentes.

Palavras-chave: *Eichhornia crassipes*, efluente galvânico, remoção de metais pesados.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el rápido crecimiento económico e industrial está generando problemas de contaminación ambiental, a diferentes recursos naturales como suelo, aire y agua. Las aguas residuales descargadas por las industrias tienen alto contenido de contaminantes, las cuales se encuentran en forma de iones cationes y aniones siendo nocivos para los ecosistemas. La remoción de estos contaminantes, así como de metales pesados requieren de tecnologías efectivas, desarrollándose tecnologías de tratamiento que traten este problema (Carreño y Granada, 2016).

Las aguas residuales procedentes de las industrias manufactureras contaminan el agua con diversos metales, como el zinc, cromo, cadmio y entre otros las cuales son muy tóxicos para el agua. Hoy en día es necesario el tratamiento de aguas residuales para la conservación del medio ambiente, si bien es cierto existen tratamientos fisicoquímicos las cuales generan sedimentos altamente contaminantes, por ende, se está optando por nuevas tecnologías eco amigable. Siendo una alternativa la fitorremediación ya que es sustentable, eficiente y de bajo costo que hace posible la remoción de metales pesados para así poder cumplir con los estándares de calidad requeridos. Mediante la fitorremediación se aprovecha la capacidad de las plantas macrófitas para el tratamiento y remoción de una gran cantidad de contaminantes del agua. Las macrófitas actúan como trampas o filtros biológicos que descomponen los contaminantes y los fijan en sus raíces y tallos. (Quispe et. al, 2017)

La macrofita flotante Jacinto de agua tiene un crecimiento rápido y hace que sea apropiada para actividades de fitorremediación, debido a que remueve metales pesados como el cromo, zinc entre otros a través de sus diferentes procesos (Montañez et. al, 2018)

Aunque las macrófitas acuáticas son consideradas como una plaga, debido a su adaptación, rápido crecimiento y en ocasiones puede llegar a invadir lagunas y generar problemas de eutroficación; un adecuado manejo de su capacidad de proliferación, la convierte en una herramienta útil y valiosa para el tratamiento de

aguas residuales en especial las que se encuentran contaminadas por metales pesados (Jaramillo, et. al, 2012).

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de Cromo Hexavalente y Zinc en las aguas residuales galvánicas, Lima este. Para ello se acondicionó recipientes para realizar el tratamiento, en función a condiciones de operación, planteadas en el estudio como son: tiempo de residencia y diferentes medios de pH, que viene a ser los indicadores de la variable independiente; lo cual sería una alternativa de solución aplicando tecnologías limpias a bajo coste, para el sector de industria manufacturera.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial las actividades del sector industrial traen consigo problemas de contaminación ambiental como es del recurso hídrico, producido principalmente por las aguas residuales (Arenas, 2022).

El sector industrial es uno de los mayores contaminantes de los recursos hídricos cada año vierten entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pesados, disolventes, lodos tóxicos y otros residuos a nivel mundial. Estos contaminantes convierten el agua en no potable al tiempo que contaminan y afectan la biodiversidad en los ecosistemas acuáticos. En los países en vías de desarrollo, el 70% de las aguas residuales domésticas e industriales se vierten sin tratamiento alguno, contaminando los recursos hídricos disponibles. Asimismo, se estima que el volumen de las aguas residuales industriales se duplicara para el año 2025 (ONU, 2015).

El proceso productivo de las industrias genera gran cantidad de aguas residuales, y está ocasionando un impacto negativo significativo sobre el medio ambiente. El agua al ser un recurso limitado se encuentra seriamente afectado por la producción y descarga de aguas residuales que contienen metales pesados que son dañinos para los ecosistemas y que necesitan ser removidas (Montañez et. al, 2018)

En Europa, se trata el 71% de las aguas residuales municipales e industriales generadas, mientras que en los países de América Latina y el Caribe solo se trata el 44%. Las principales causas en América Latina son las insuficientes inversiones en sistemas de tratamiento (ONU, 2017).

En 2016, el vertido de aguas residuales industriales en el país fue de 377 millones 424 mil metros cúbicos. Los departamentos con mayores volúmenes de vertimientos autorizados en términos de miles de metros cúbicos fueron: Cajamarca (87.388), Piura (45.356), Junín (43.365), Arequipa (42.517) y Lima

36.711. Tacna es uno de los departamentos que registro un volumen de 9.710 metros cúbicos (INEI, 2022).

Uno de los sectores que genera mayor contaminación, son las industrias galvánicas, donde se emplean grandes cantidades de metales, para procesos de recubrimiento que requieren de lavados constantes, originándose aguas residuales que en la mayoría de los casos no son tratadas de forma adecuada. Dichas aguas provienen de dos tipos de efluentes, los primeros, en los baños del proceso donde se generan volúmenes pequeños con amplio contenido de metales pesados; los segundos, provenientes de las actividades de enjuague o lavado de las piezas producidas, en ellos las cargas contaminantes se encuentran diluidas puesto que los volúmenes de agua son mayores. El principal problema negativo atribuido a las aguas residuales galvánicas es la presencia de metales pesados tales como zinc, cobre, níquel, cromo y cadmio. (López et. al, 2018)

El empleo de tecnologías limpias como la fitorremediación usando humedales artificiales como la macrófita Jacinto de agua, nos dan resultados eficientes frente a otros tratamientos que hacen uso de sustancias químicas con las cuales cumplen los valores establecidos por la norma, pero dejan residuos que son dañinos para el medio ambiente (Poma, 2015).

En el presente proyecto se plantea la aplicación de tecnologías limpias como, los humedales artificiales mediante el uso de la macrófita del Jacinto de agua, ya que su organismo es un medio depurador de metales pesados para el tratamiento de aguas residuales galvánicas. Por lo cual formulamos el problema de investigación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de Cromo Hexavalente y Zinc en aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo influye el tiempo de retención del Jacinto de agua en la remoción de Cromo hexavalente y Zinc en aguas residuales galvánicas?

¿Cuál sería la influencia del pH del Jacinto de agua en la remoción de Cromo hexavalente y Zinc en aguas residuales galvánicas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de Cromo Hexavalente y Zinc en aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el tiempo de retención del Jacinto de agua para la remoción de Cromo hexavalente y Zinc de las aguas residuales galvánicas.

Evaluar el pH en el Jacinto de agua para la remoción de cromo hexavalente y zinc de las aguas residuales galvánicas.

1.4. Justificación

Justificación económica: El uso de las plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales resulta ser menos costosos y más accesibles en cuanto a su operación y mantenimiento, frente a otros sistemas convencionales como el uso de floculantes y coagulantes químicos. Según (Delgadillo, y otros, 2011) el consumo energético suele ser mínimo y su costo de inversión muy bajo, por lo que esta investigación propone la aplicación del Jacinto de agua para la remoción de contaminantes.

Justificación ambiental: La problemática sobre la contaminación de las aguas surge de las industrias que realizan el vertimiento a los alcantarillados sobrepasando los valores máximos admisible, haciendo necesario el tratamiento

de estas aguas para evitar daños a la salud y el medio ambiente (Gaibor, y otros, 2022). Una solución es la fitorremediación para descontaminar las aguas residuales, que proporciona al medio ambiente un tratamiento natural en el cual consiste en la absorción de contaminantes a través de una planta.

Justificación tecnológica: Se justifica tecnológicamente ya que contribuirá a solucionar el problema de la disposición de las aguas residuales de las industrias galvánicas a través de la implementación de un tratamiento biológico como es el uso de los Jacintos de agua que absorben los metales a través de sus raíces (Gaibor y Jolley, 2022).

Justificación social: El mal manejo de las aguas residuales industriales y su disposición a la red de alcantarillado provocan consecuencias en los servicios de saneamiento, siendo así el grupo afectado la población aledaña que cuenta con conexiones domiciliarias de alcantarillado, exponiendo la salud pública de las personas. Por ello se plantea una alternativa de tratamiento eficaz como el uso de plantas acuáticas para la remoción de metales pesados (Chavez et al., 2009).

Justificación legal: Esta investigación espera que los resultados de la aplicación del Jacinto de agua sobre la remoción de cromo y zinc se encuentren dentro de los valores máximos admisibles (VMA) que se puede verter en los alcantarillados según el anexo 1 del Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA

1.5. Delimitantes de investigación

1.5.1. Delimitante teórica

La presente investigación se delimita en base a los conceptos y teorías sobre plantas acuáticas como el Jacinto de agua y el poder de absorción que tiene en metales pesados, así como también en las industrias galvánicas y las aguas residuales que generan (Arenas, 2022).

1.5.2. *Delimitante temporal*

El desarrollo de la investigación contempla una duración de 5 meses, desde el mes de mayo hasta setiembre del presente año en curso, en el cual está comprendido desde la elaboración del proyecto de tesis y su aprobación, desarrollo de la parte experimental, análisis de resultados, redacción del informe final y finalmente la sustentación.

1.5.3. *Delimitante espacial*

La parte experimental del presente proyecto se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales (FIARN) de la Universidad Nacional del Callao ubicado en Juan Pablo II, Bellavista 306, Callao.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Kumar (2019) en su trabajo “remediación de metales pesados/ metaloides en aguas residuales utilizando macrófitas flotantes libres de un humedal natural”. Tuvo como objetivo evaluar el potencial fitorremediador de tres plantas acuáticas *Pistia stratiotes* (lechuga de agua) *Spirodela polyrhiza* (una Lenteja de agua) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) en un humedal. La metodología empleada consistió en cultivar cada especie en tanques experimentales y cada 4 días se analizó los siguientes metales Fe, Cu, Cd, Cr, Zn, Ni y As (un metaloide), durante un tiempo de 15 días. Los resultados obtenidos revelaron una alta eliminación (>79 %) de diferentes metales durante 15 días de experimento. En el contexto de la eficiencia fitotecnológica de plantas de humedales seleccionadas, *E. crassipes* fue la más eficiente para la eliminación de metales pesados seleccionados, seguida de *P. stratiotes* y *S. polyrhiza*. Se encontraron correlaciones significativas entre la concentración de metales en el agua remediada y las plantas/macrófitas de los humedales obtenido. Por lo tanto, estas plantas de humedales pueden usarse para idear una remediación ecológica de metales pesados peligrosos de las aguas residuales.

Según Ortega et al., (2019) en su estudio “Evaluación de la capacidad de remoción de cromo con *Eichhornia crassipes* y *Azolla sp.* con miras a su aplicación como tratamiento complementario de aguas residuales de la industria galvanotécnica” se tuvo como objetivo evaluar la capacidad de remoción de cromo con las macrófitas *Eichhornia crassipes* y *Azolla sp.* la metodología consistió en colocar las especies *Eichhornia crassipes* y *Azolla sp.* a concentraciones de cromo de 40 y 70 mg/L, durante un periodo de diez días y se determinó la concentración de cromo mediante el método espectrofotómetro por colorimetría. Los resultados obtenidos fueron que para el cromo la mayor remoción se dio durante los primeros 3 días para ambas especies, con

porcentajes mayores al 50% durante este periodo, y alcanzando el 80% por parte de *Eichhornia crassipes*, y el 63% por parte de *Azolla sp.* tras los diez días.

Según Tejeda et al. (2020) en su investigación “absorción de cromo (VI) y mercurio (II) en solución utilizando Jacinto (*Eichhornia crassipes*)” tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del Jacinto acuático como absorbente de cromo (VI) y mercurio (II) en una solución preparada sintéticamente. En la metodología se utilizaron muestras de Jacinto de agua se lavaron con agua destilada, se secaron en una estufa a 80°C durante 24 h y se redujeron de tamaño en un molino de cuchillos. Finalmente se tamizó para obtener diferentes tamaños, se realizó la caracterización del material bioadsorbente y posteriormente las pruebas de adsorción. Los resultados obtenidos fueron 79.2% de remoción de mercurio (II) y 73.4% de cromo (VI), se ha demostrado que el porcentaje de absorción aumenta con el tiempo, la saturación de la biomasa ocurrió después de estar 5,5 h para el mercurio (II) y 3.8 para el cromo (VI). El Jacinto de agua es un buen material para remover contaminantes metálicos como cromo (VI) y Hg (II).

Según Carreño (2021) en su investigación “Diseño, escalado y desarrollo de biofiltros con *Eichhornia crassipes* para el Tratamiento de aguas contaminadas con Cr (VI)” El objetivo de esta investigación es diseñar, escalar y probar un biofiltro con biomasa de *Eichhornia crassipes* transformada con hierro para el tratamiento de aguas contaminadas con Cr (VI). La metodología consistió en evaluar las biomasas de *E. crassipes* (EC) y *E. crassipes* con hierro (EC + Fe) a escala de laboratorio por lotes para determinar las capacidades de adsorción. Con estas capacidades se formuló un balance de masa, obteniendo la ecuación de diseño para construir un biofiltro a escala piloto y aportando la cantidad de biomasa requerida a partir de (EC) y (EC + Fe) para el adecuado tratamiento del Cr (VI) presente en el agua. El resultado obtenido fue la remoción de aproximadamente el 90% del Cr (VI). Para la biomasa de (CE), el modelo sugirió que, para el tratamiento de Cr (VI) máximo con una concentración de 500 mg/L, la biomasa debería ser de 64 g junto con un caudal de 10 mL/min, eliminando alrededor del 80% del Cr (VI) en un litro de agua. Ambos

biofiltros son capaces de adaptarse a las condiciones de los efluentes de las industrias.

Según Neetu et al., (2017) en su estudio “Eliminación de cromo (VI) de soluciones acuosas usando Eichhornia como adsorbente” tuvo como objetivo comprobar el potencial del Jacinto de agua, *Eichhornia crassipes*, para eliminar el cromo (VI) en procesos por lotes. La metodología consistió en preparar el polvo a partir de Eichhornia seca (tamaño de partícula de 0,3 mm y 1,0 mm), teniendo en cuenta la influencia de varios parámetros sobre la adsorción (pH, dosis, tiempo de contacto, temperatura). Los resultados fueron de eliminación de Cr (VI) del 60,9 % y 79,2 % para partículas de 1,00 mm y 0,3 mm de Eichhornia tratada (ET) después de un tiempo de contacto de 30 min y del 52,7 % y 53,4 % para partículas de 1,00 mm y 0,3 mm de Eichhornia no tratada (EU) después de 75 min de tiempo de contacto respectivamente. El pH óptimo para ambos adsorbentes resultó ser 2,0 y la dosis óptima fue 0,04 g/ml para ET y 0,06 g/ml para la UE. La máxima adsorción se produjo a temperatura ambiente (26 ± 1 °C) en el caso de Eichhornia tratada (ET) y Eichhornia no tratada (EU), respectivamente. Finalmente, se concluyó que el adsorbente preparado a partir de Eichhornia es muy efectivo en la remoción de Cr (VI) y puede ser utilizado para el tratamiento de aguas residuales industriales.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Poma (2015) en su investigación “Estimación de la remoción de cromo, hierro y manganeso mediante un humedal artificial utilizando *Eichhornia crassipes*” tuvo como objetivo evaluar la remoción de metales Cr^{+6} , Fe^{+2} y Mn^{+2} en el humedal artificial de flujo superficial mediante *E. crassipes* en diferentes condiciones ambientales. La metodología consistió en colocar las plantas en tres acuarios con agua residual de diferentes concentraciones de cada metal con un volumen de 4L, el análisis se hizo cada 24 horas por un tiempo de 15 días. Los resultados obtenidos fueron que el humedal de flujo superficial mediante *E. crassipes*, presenta una diferencia significativa en su capacidad de remoción para las temperaturas del ambiente trabajadas siendo mayor en los meses cálidos que en meses fríos, también se determinó que el rango de concentración

para el cromo fue de menores a 20 ppm y para Fe y Mn concentraciones menores a 40 ppm. La capacidad de remoción de cromo hexavalente, hierro y manganeso del humedal artificial mediante *E. crassipes* en meses cálidos es de 87.1% y para los meses fríos es de 69.5%.

Según Olivares et al., (2022) en su estudio “Humedales Artificiales para el tratamiento de aguas residuales con metales pesados, revisión sistemática de literatura 2022” el objetivo fue realizar una investigación sistemática, incluida la búsqueda de artículos científicos nacionales e internacionales sobre la eficiencia de los humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales que contienen sedimentos de metales pesados. Tuvo un enfoque narrativo cualitativo y un diseño no experimental. Se consideraron las categorías de aguas residuales, humedales artificiales, macrófitos y metales para su análisis, evaluación y comparación de remociones. Los resultados obtenidos muestran que los humedales artificiales son una alternativa eficiente para eliminar del 74,5% al 98% de Cu, Zn, Cd, Mn, Cr, Co, Pb, Ni y Fe. En ambos casos, dependiendo de la escala del proyecto, a escala de laboratorio o de campo, los humedales diseñados que utilizan sistemas de fitorremediación han demostrado ser eficientes para eliminar los metales de las aguas residuales.

Según Castañeda (2023) en su tesis “Potencial Fitorremediador de las especies *Pistia Stratiotes* Y *Eichhornia Crassipes* en la remoción de cromo hexavalente en solución acuosa” tuvo como objetivo evaluar el potencial de fitorremediación de *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* tratándolas con 2, 5, 10 y 100 ppm de Cr(VI) durante 15 días. La metodología consistió en utilizar frascos con 1 L de solución de Cr(VI) preparados en laboratorio, suplementado con una solución hidropónica. El Cr(VI) en agua se determinó mediante el método colorimétrico y la concentración de cromo en los tejidos vegetales se determinó mediante espectroscopía de absorción atómica. El resultado fue que la mayor remoción de Cr(VI) fue en *Eichhornia crassipes*, con porcentajes de 95.66% y 99.82% para 5 y 10 ppm respectivamente, mientras que la remoción fue menor en contraste con *Pistia stratiotes* con 77.23% y 85.03%, respectivamente. Los coeficientes de bioconcentración calculados dieron como

resultado un valor mayor en las raíces, los valores más altos se obtuvieron de *Eichhornia crassipes*, de 144,06 a 157,31 en la parte aérea y de 761,50 a 835,76 en las raíces, en contraste con *Pistia stratiotes*, que en la parte aérea obtuvo valores de 61,11 a 108,01 y de 592,08 alcanzó a 743,44 en la parte radicular.

Según Ponce y Quispe (2019) en su estudio “Remoción de zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla empleando plantas hidrófitas *Schoenoplectus californicus* y *Eichhornia crassipes*” el objetivo fue evaluar el impacto de las densidades poblacionales de plantas de totora y jacinto de agua por especies en la remoción de zinc de los efluentes de la minería informal de la quebrada Sacalla. La metodología fue experimental con 5 tratamientos con diferentes densidades de población por cada tipo de planta, 1er tratamiento (50 plantas de totora), 2do tratamiento (50 plantas de jacinto acuático), 3er tratamiento (25 plantas de totora y 25 plantas de jacinto acuático), 4to tratamiento (10 plantas de totora y 40 plantas de Jacinto de Agua) y 5 (40 de Tatora y 10 de Jacinto de Agua) con 3 repeticiones por tratamiento, los primeros 300 litros de efluente del muestreo informal de la quebrada Sacalla, luego se recolectaron 20 litros divididos en 15 contenedores, los tratamientos envasados fueron almacenados durante 16 días y transportados al laboratorio para análisis de la concentración de zinc durante 8 días y 16 días después de la intervención. El nivel inicial de zinc fue de 11,28ppm/L, luego del tratamiento en el día 8, obtuvimos los siguientes porcentajes: 1er tratamiento (18,15%), 2do (33,98%), 3er (44,88%), 4to (15,63%) y 5º (11,42%; después de la cirugía el día 16 recibimos: 1º tratamiento (71,39%), 2º (77,69%), 3º (88,12%), IV (68,79%) y V (54,49%) El tercer tratamiento (con 25 plantas de *Schoenoplectus californicus* (Tatora) y 25 de *Eichhornia crassipes* resultaron más efectivas el día 8 con una tasa de eliminación del 45,30% y en el día 16 con una tasa de eliminación del 88,12%.

Según Delgado (2020) en su proyecto “Evaluación del bio-tratamiento de fluidos residuales de la empresa Laboratorio Portugal S.R.L. mediante la “*Eichhornia Crassipes*” (buchón de agua) para la remoción de elementos eco tóxicos (cromo, arsénico y cadmio) y materia orgánica” tuvo como objetivo evaluar el tratamiento biológico de aguas residuales residuales mediante el

jacinto de agua para la eliminación de elementos ecotóxicos (cromo, arsénico, cadmio) y orgánicos. La metodología consistió en un piloto compuesto por un sistema de cuatro tanques con aguas residuales de cuatro pozos y una 'Eichhornia crassipes' instalada en paralelo. Antes de ello se realizó un análisis fisicoquímico del agua residual de cada tanque para analizar la capacidad depurativa de *Eichhornia crassipes* antes y después del tratamiento. Los resultados obtenidos fueron que el pH del primer tanque fue de 5,1 a 24,5°C antes de iniciar el tratamiento y terminó en el cuarto tanque después del tratamiento a 25,1 °C y pH 6,5 y una conductividad eléctrica de 585,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El primer caso fue de 0,00656 mg/L para el cromo, 0,00334 mg/L para el final y 0,01842 mg/L para el arsénico. Luego 0,005 mg/L, luego 0,00100 mg/L de cadmio y finalmente 0,00102 mg/L. El tratamiento con '*Eichhornia crassipes*' fue menos eficaz para absorber materia orgánica, pero fue eficaz para absorber metales pesados como el cromo y el arsénico, excepto el cadmio.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas residuales

Hace referencia a la mezcla de uno o más elementos como líquidos y residuos arrastrados provenientes de casas, edificios comerciales e industrias que son tóxicos para el medio ambiente (Coronel, 2015).

a) **Características físicas.** Incluye lo que es el olor, la densidad, la temperatura y la turbidez; así como el contenido total de sólidos, haciendo ello referencia a la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta.

b) **Características químicas.** Comprende el contenido orgánico e inorgánica, y los gases presentes en el agua residual. Por ejemplo, el pH que determina la acidez o alcalinidad de una muestra, así como también los metales pesados ejemplo el cromo, zinc, arsénico, camio, cloruros, sulfatos y otros; también se tiene la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda biológica de oxígeno (DBO₅) (Campoverde, 2019).

- **Tipos de aguas residuales**

a) **Aguas residuales domésticas:** Proviene principalmente de las actividades cotidianas, provenientes de sanitarios, cocinas, lavanderías et. al, ya sea su origen comercial, público o residencial llegan al sistema de alcantarillado y deben ser dispuestas adecuadamente. Sólo el 70 % al 90 % del agua suministrada llega a las alcantarillas (Campoverde, 2019).

b) **Aguas residuales municipales:** Contienen aguas residuales domésticas que pueden estar mezclados con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidos en los sistemas de alcantarillado (OEFA, 2014).

c) **Aguas residuales industriales:** Proviene de procesos productivos ya sea de origen minero, energético, agrícola, agroindustrial entre otras. (Campoverde, 2019). Se deben realizar los tratamientos puesto que es importante para la gestión ambiental en cualquier industria; también se debe cumplir con la obligación medioambiental.

2.2.2. Aguas residuales galvánicas

La industria galvánica genera dos tipos de efluentes; por un lado, se producen alta carga de contaminantes en volúmenes relativamente pequeños, procedente del agua residual generado en los baños de proceso, y por otro lado, el agua residual que contiene una carga contaminante diluida en gran cantidad de agua, que proceden de los enjuagues o lavados (Chavez et al., 2009)

En los diversos procesos que desarrolla la industria galvánica se generan aguas residuales inorgánicas, que por sus propiedades tóxicas resultan nocivos para el ser humano y el medio ambiente, principalmente por la presencia de metales pesados como cromo, cadmio, zinc, níquel y otros. Su acidez o alcalinidad extremadamente alta le confiere capacidad corrosiva.

La composición de los efluentes de una industria galvánica varía según el proceso y compuestos que se emplea. Estas aguas se generan principalmente en las etapas de baños de procesos, lavado y enjuague. Se estima que el 90% de los compuestos usados para los recubrimientos son desechados en las aguas residuales, y por consiguiente dispuestos en el sistema de alcantarillado sin

cumplimiento normativo; aunque las grandes empresas tratan este tipo de aguas residuales, las pequeñas y medianas empresas vierten sus efluentes al sistema sin ningún tratamiento, ya que el agua se caracteriza por la presencia de compuestos como el ácido crómico libre y bicromatos que tienden a volverla ligeramente ácidos; también suelen contener grandes cantidades de sólidos en suspensión, sustancias tóxicas y grasas (Ortega y Sanchez, 2019).

La principal característica de las aguas residuales de la industria galvánica es la presencia de diversos metales pesados, los cuales se definen como un grupo de elementos químicos con alto peso molecular y densidad. Los metales son ampliamente utilizados a nivel industrial a pesar de sus efectos negativos como la toxicidad para los seres humanos y principalmente para el medio ambiente ya que contaminan cuerpos naturales y los ecosistemas acuáticos (Lopez y Vargas, 2018).

2.2.3. Industria de recubrimiento metálico

Según Chavez et al. (2009) el proceso de recubrimiento de metales consta de varias etapas de preparación de la superficie. Una planta industrial consta de un tanque en el que se almacenan los baños de pretratamiento y recubrimiento, seguido de un baño de enjuague. Esto incluye las siguientes etapas:

- a) Desengrase / enjuague: Las piezas engrasadas se eliminan con desengrasantes alcalinos o ácidos. Normalmente no se utilizan grasas orgánicas. Posteriormente, las piezas se lavan con agua en el tanque, para que las soluciones desengrasantes no pasen al siguiente paso.
- b) Decapado ácido / enjuague: El decapado se utiliza para eliminar el óxido y las incrustaciones que se encuentran comúnmente en las superficies metálicas, dejando una superficie limpia. Generalmente se utilizan ácido clorhídrico, ácido sulfúrico o una mezcla de ambos. También se pueden utilizar materiales especiales como ácido sulfámico. (Chavez et al., 2009) La concentración de ácido generalmente se establece en 50% con ácido adecuadamente controlado para evitar atacar demasiado el material de trabajo. A medida que aumenta la concentración de impurezas en el baño,

disminuye la eficiencia del decapado. Para mantener la concentración del baño dentro de los límites adecuados para su uso, se debe reponer intercambiando cantidades variables de ácido fresco dependiendo del grado de contaminación, lo que nuevamente agota el baño y lo desperdicia. Después del decapado, se lava con agua en un tanque para evitar que el ácido sea arrastrado a procesos posteriores.

- c) Baño de recubrimiento metálico: El objetivo del tratamiento con sal es darle a la pieza un acabado decorativo, mejorar sus propiedades químicas para protegerla de la corrosión o cambiar sus propiedades superficiales como dureza y conductividad. Existen muchos tipos de revestimientos, se pueden citar el latón, el oro, el níquel, el cromo, el galvanizado, etc.
- d) Enjuague estanco: Después de ser tratada con la sal en el baño de revestimiento, la pieza se enjuaga en un tanque de agua para eliminar cualquier residuo del baño de revestimiento anterior y compensar cualquier caída en el nivel del baño.
- e) Enjuague: Una vez que las piezas han sido selladas y limpiadas, las piezas aún tienen residuos de sal galvanizada. Enjuague con agua corriente para asegurarse de que la pieza esté completamente libre de residuos.
- f) Secado: Después del acabado, las piezas generalmente se pintan y secan para su posterior embalaje y eliminación final (Lira, 1999)

La figura 1 muestra el proceso general para dicha instalación. El uso principal del cobre es como capa base para el niquelado de metales. Los sustratos fabricados con hierro, aluminio y zinc deben dotarse de una capa de cianuro de cobre antes de pasar al siguiente baño para facilitar la adhesión del siguiente revestimiento. Los baños electrolíticos de cianuro de zinc dan recubrimientos de muy alta pureza, depósitos más densos y uniformes. El latonado es muy decorativo y su uso técnico es mínimo.

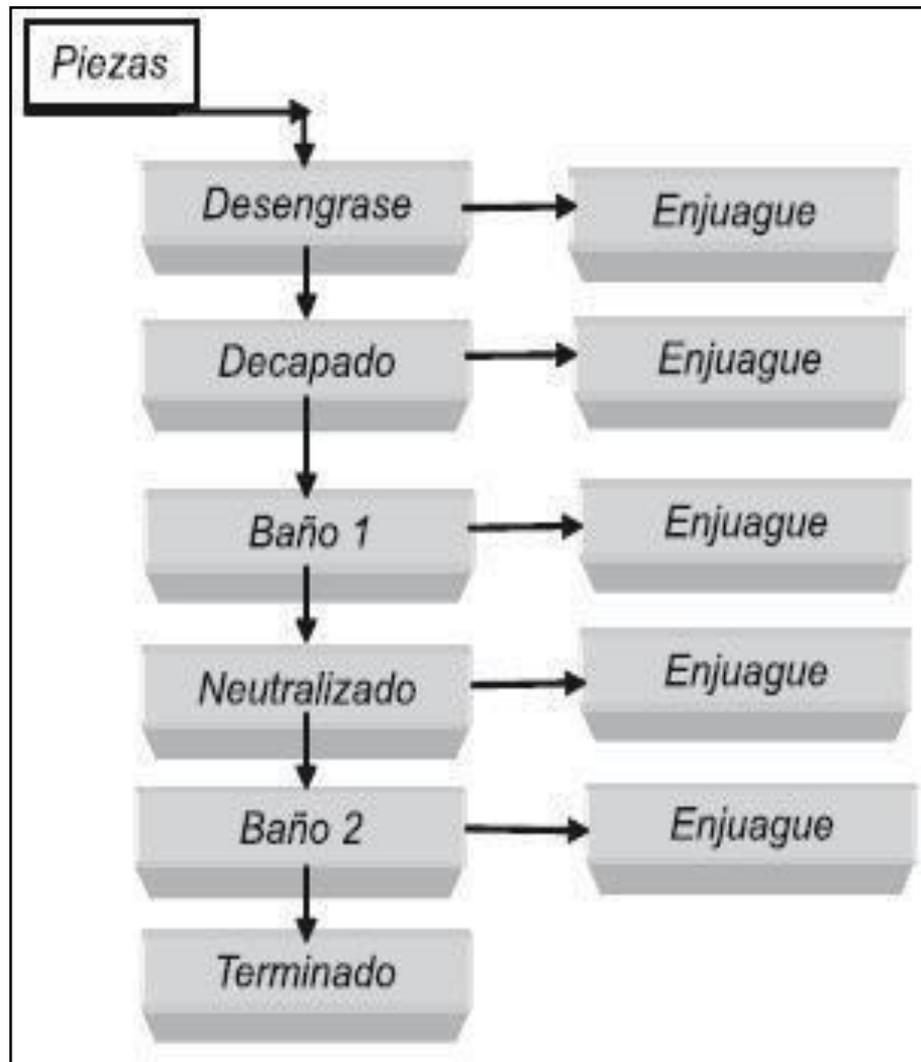


Figura 1: Diagrama de flujo de proceso de recubrimiento metálico, tomado de “Una alternativa limpia para el tratamiento de las aguas residuales galvánicas” por Chavez, 2009.

2.2.4. Tratamiento de aguas residuales

El proceso de tratamiento de las aguas residuales consta de tres partes: recolección, tratamiento y descarga. Donde el sistema de tratamiento de agua comprende 3 etapas: a) Tratamiento Primario; b) Tratamiento Secundario; y c) Tratamiento Terciario. El tratamiento primario reduce los sólidos suspendidos en las aguas residuales mediante la sedimentación ya sea con métodos de tratamiento físicos y químicos. El proceso químico implica la adición de reactivos

químicos o propiedades químicas de diferentes compuestos. El tratamiento secundario elimina la materia orgánica biodegradable presente en forma disuelta o coloidal, mediante procesos biológicos en los que los microorganismos, particularmente las bacterias, realizan reacciones metabólicas a los materiales, provocando la posterior descomposición y mineralización de los materiales orgánicos. Finalmente, el tercer tratamiento implica lograr mejores eficiencias de eliminación, así como también reducir otros contaminantes como nutrientes, patógenos y metales. En esta etapa se pueden emplear tratamientos físicos, químicos y biológicos. Por ende, los tratamientos secundarios o terciarios implican el uso de tecnologías que se pueden clasificar como sistemas convencionales o sistemas de tratamiento no convencionales (Carrillo, 2022).

✓ **Sistemas convencionales para el tratamiento de aguas residuales**

Se caracteriza por ser técnicas mecanizadas, altos consumos energéticos y necesita personal especializado para su mantenimiento. Algunos de los mecanismos destacados son la sedimentación, filtración, adsorción, precipitación química, intercambio iónico, biodegradación, etc. Estos procesos ocurren secuencialmente en tanques de almacenamiento y reactores a un ritmo más rápido a través de la energía de entrada. Por tanto, se trata de una solución intensiva con una pequeña superficie necesaria para su implementación.

✓ **Sistemas no convencionales para el tratamiento de aguas residuales**

Este tipo de tecnología se basa en el uso de procesos naturales, con poca manipulación y operación. Estas tecnologías se utilizan para eliminar metales pesados, DBO5, nitrógeno etc. Al no utilizarse aditivos químicos de ningún tipo en este proceso. Además, las tecnologías limpias basadas en la naturaleza se caracterizan por requerir poco personal de mantenimiento, bajo consumo de energía, poca o ninguna generación de lodos, y pueden producir mejor estéticas utilizando componentes del entorno natural.

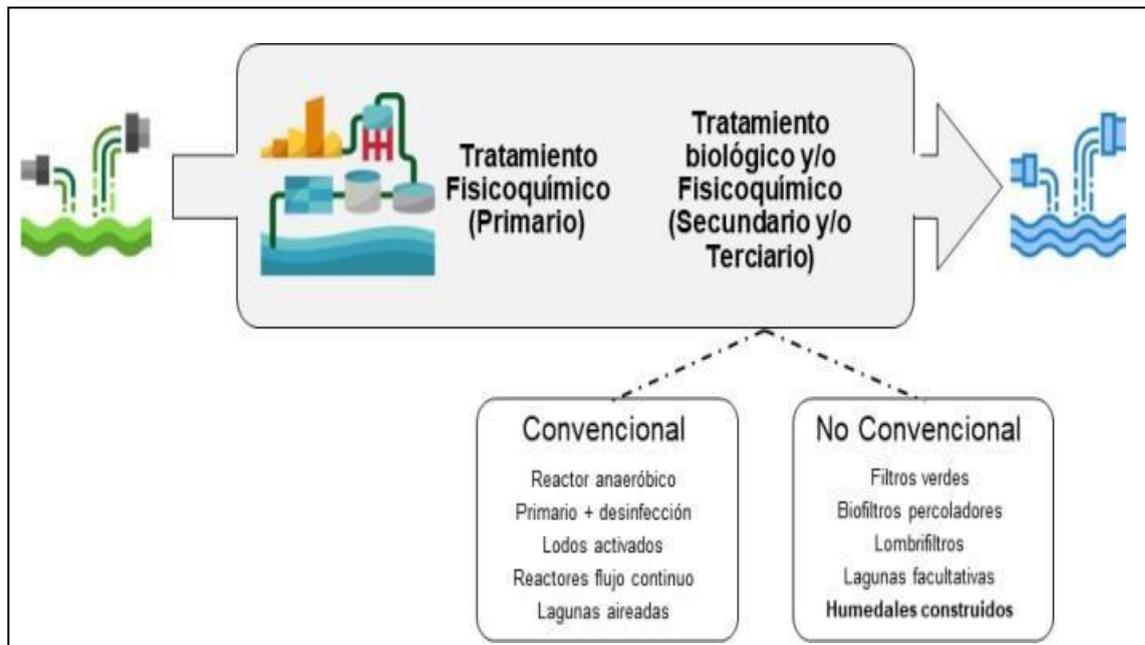


Figura 2: Tecnologías convencionales y no convencionales. Tomado de “Evaluación técnica y ambiental de la eliminación de fósforo en humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales” por Carrillo, 2022.

2.2.5. Humedales artificiales

Es una opción para el tratamiento de efluentes industriales, porque es sostenible, tiene un bajo impacto en el medio ambiente y proporciona beneficios más allá del tratamiento de aguas residuales convencional. Esta tecnología se caracteriza por su bajo costo, fácil diseño de uso y mantenimiento, bajo consumo energético y buena integración con el medio ambiente (Jaramillo et al., 2012).

Los humedales artificiales se han utilizado como una alternativa a las tecnologías tradicionales para:

- ✓ Tratamiento de aguas residuales domésticas
- ✓ Tratamiento de aguas residuales industriales
- ✓ Tratamiento de efluentes mineros
- ✓ El tratamiento secundario
- ✓ Tratamiento de tanques sépticos

2.2.6. Fitorremediación acuática

Las macrófitas son útiles por su capacidad de remover y acumular varios tipos de contaminantes presentes en el agua. El proceso de fitorremediación acuática es cada vez más diversa y compleja ya que su principal beneficio es la eliminación de diversos contaminantes y metales pesados presentes en diferentes cuerpos de agua (Gaibor y Jolley, 2022).

Tipos de plantas acuáticas

- ✓ **Emergentes:** su estructura reproductiva se ubica en la parte aérea, la parte superior se extiende hacia arriba y sus raíces están enterradas en el sedimento. Ejemplos: carrizo (*Phragmites communis*), tule (*Thypha dominguensis*) y platanillo (*Sagitaria latifolia*) (Vanegas et al., 2021).

- ✓ **Flotantes:** tiene hojas en la superficie y sus raíces pueden estar ancladas al fondo o colgar de la superficie, se dividen en dos grandes grupos:
 - Plantas no fijas:** Sus raíces no están fijadas en ningún sustrato sino suspendidas en la columna de agua, además, sus órganos reproductores, tallos y hojas siempre flotan por encima de agua. Ejemplos: lenteja de agua (*Lemna spp* y *Salvinia minima*) y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) (Vanegas et al., 2021).

 - Plantas fijas:** Sus raíces se fijan en el sedimento, mientras que sus hojas flotan en la superficie. Por ejemplo: nenúfares (*Nymphaea elegans* y *Nymphoides fallax*) (Vanegas et al., 2021).

- ✓ **Sumergidas:** sus órganos reproductores pueden estar sumergidos, emergentes o flotantes, además, se crecen completamente sumergidos o debajo de la superficie del agua. Por ejemplo: hidrilla o maleza (*Hydrilla verticillata*) y pastos (*Phyllospadix torreyi*) y bejuquillo (*Cerathophyllum demersum*) (Vanegas et al., 2021).

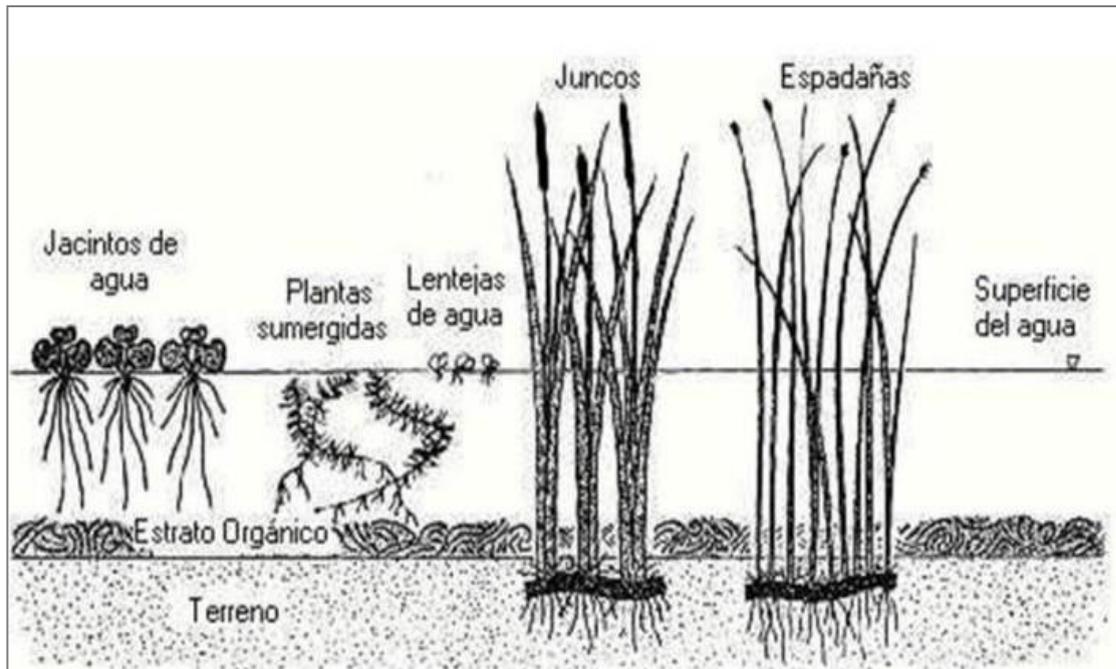


Figura 3: Comparación de plantas acuáticas. Tomado de “Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción en el tratamiento de aguas residuales domesticas” por Garcia, 2012.

2.2.7. *Jacinto de agua (Eichhornia crassipes)*

También conocida como camalote, flor de agua y se encuentra en zonas de aguas tranquilas como: lagunas, zanjas, arroyos, etc. Se consideran acumuladoras y tienen la capacidad de absorber contaminantes a través de sus raíces (Carlini et al., 2018).

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la especie Eichhornia Crassipes.

Taxon	Nombre
Reino:	: Plantae
Subreino	: Fanerógama
Tipo	: Angiosperma
División:	: Magnoliophyta
Orden:	: Commelinales
Genero	: Eichhornia
Especie	: Crassipes
Nombre común	: Jacinto de agua

Nota: Tomado de Coronel, 2015.

Tabla 2: Características de la macrófita flotante.

Característica	Descripción
Tipo	: Macrófita flotante
Visualización	: Una parte de la macrófita es aérea y la otra parte se encuentra debajo del agua.
Órganos de la planta	: Tallo horizontal (rizoma) alargado conecta a diferentes individuos, las hojas forman una roseta basal, con peciolos globosos y cortos, de flores grandes de color lila, variando de azul a morado, las raíces son fibrosas.

Nota: Tomado de Cuba, 2021.

El Jacinto de agua viven en cuerpos de agua dulce como ríos, lagos, estanques y embalses en regiones tropicales y subtropicales ubicadas en latitudes que no exceden los 40 grados norte y 45 grados sur. Las temperaturas inferiores de 0°C afectan su crecimiento, así como su alta salinidad. Sin embargo, el agua nutritiva

que contiene altos niveles de nitrógeno, fosforo, potasio; así como el agua contaminada con metales pesados como el cobre y plomo no limitan su crecimiento. El Jacinto de agua puede adherirse y enraizar en humedales por un corto tiempo. Crece a temperaturas entre 20 – 30 grados centígrados. No tolera los inviernos fríos (debe estar a una temperatura de 15°C- 18°C en recipientes de al menos 20 cm de profundidad con una fina capa de turba en el fondo). Puede rebrotar en primavera si se hiela. Necesitan agua estancada o con poca corriente e intensa luz (Quispe et al., 2017).

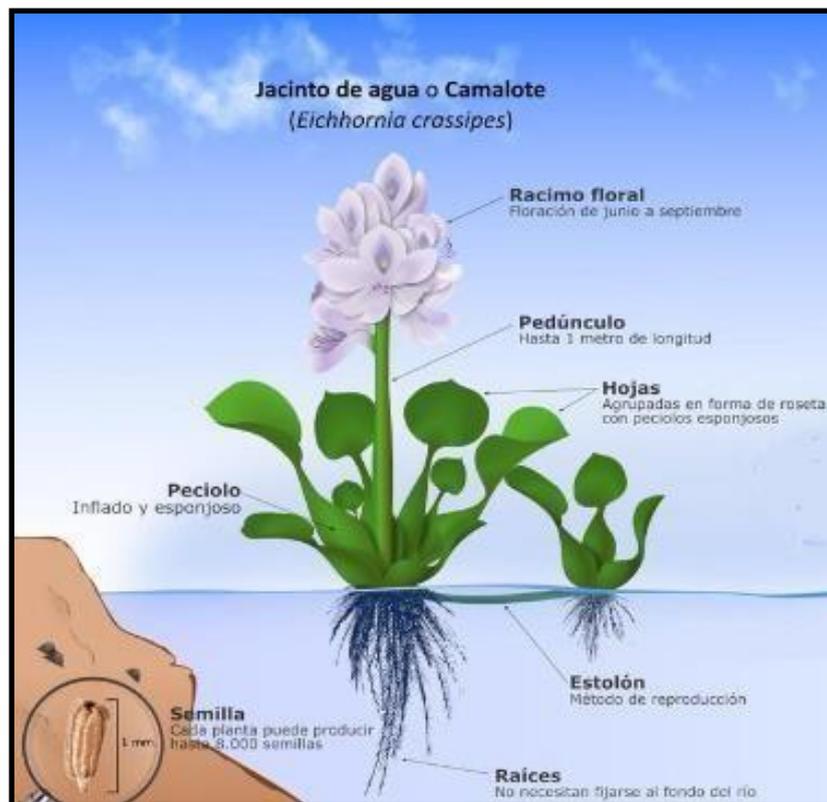


Figura 4: Jacinto de agua o camalote. Tomado de “Especies exóticas invasoras” por la Confederación Hidrográfica del Guadiana, España, 2019.

- ✓ **Reproducción:** Es tanto sexual como asexual, se reproduce principalmente por estolones que salen de la planta madre formando nuevas plantas, proceso que puede tardar 23 días aproximadamente. También se reproduce por semillas (Castañeda, 2023).
- ✓ **Usos:** es empleada como planta medicinal y en algunos casos como fertilizante de suelos. Es apreciada ornamentalmente ya que se encuentra en estanques, parques y jardines, también es empleada como forraje para animales. Su mal uso puede ocasionar una auténtica plaga ya que se propaga rápidamente y puede considerarse mala hierba (Castañeda, 2023).
- ✓ **Acción depuradora:** Tiene la propiedad de retener muchos metales pesados en sus tejidos y raíces, como el cromo, zinc y entre otros. Forma complejos entre metales pesados y moléculas orgánicas en la célula como son los aminoácidos, y este mecanismo es esencial para el procesamiento de metales pesados y la absorción previa de estos metales por las raíces. Sin duda, la *Eichhornia crassipes* es muy eficaz para remover metales pesados (Paredes y Ñique, 2015).
- ✓ **Ciclo de vida:** La *Eichhornia crassipes* tiene características sobresalientes de adaptación y crecimiento, puede sobrevivir y reproducirse en diferentes áreas, especialmente aquellas con condiciones adecuadas como el clima cálido, alta concentración de nutrientes, etc. Generalmente crecen en cabeceras de ríos, se movilizan durante las crecientes llegan hasta el mar donde mueren. Este proceso puede durar de 65 a 70 días (Martelo y Lara, 2012).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. *Jacinto de agua en la remoción de metales: Variable independiente (X)*

El Jacinto de agua, posee una alta capacidad para remover metales pesados (Zinc, Cadmio, Cobre y Cromo), la máxima remoción se registró en el día 10 de acondicionamiento de las macrófitas, cabe señalar que las raíces del Jacinto de agua poseen mayor acumulación de metales pesados, que lo que llegan a acumular a través de sus hojas (Perdomo, 2013).

El Jacinto de agua presenta un fuerte potencial en la recuperación de sistemas acuáticos contaminados, disminuyendo las concentraciones de parámetros fisicoquímicos y metales pesados; en la medida que se pueda controlar y entender el funcionamiento del Jacinto de agua se podrá fortalecer las cualidades que tiene como especie fitorremediador en el tratamiento de aguas residuales. Asimismo, se requiere de un periodo de retiro y cambio de las plantas, ya que al ser una planta permanente y de fácil proliferación, la acumulación de biomasa es densa e interrumpe el proceso de remoción (Perdomo, 2013).

2.3.2. Aguas residuales galvánicas contaminadas con cromo hexavalente y zinc: Variable dependiente (Y)

La industria del galvanizado utiliza grandes cantidades de agua en el proceso, lo que crea una carga contaminante que se considera corrosiva y potencialmente peligrosa. Debido a la naturaleza de los compuestos involucrados, que son componentes fundamentales de la industria, las descargas continuas pueden exhibir propiedades ácidas, básicas o peligrosas, lo que lleva a la degradación de los sistemas de recolección de aguas residuales y posibles efectos para la salud. (Triviño, 2020).

El agua proveniente de las industrias de recubrimiento metálico, minería, de fundidoras y otras industrias contaminan el agua con diversos metales. Por ejemplo, las sales de metales como el plomo, el zinc, el mercurio, la plata, el níquel, el cadmio y el arsénico son muy tóxicas para las plantas y animales terrestres y acuáticos (Ulloa, 2012).

Actualmente, algunas industrias de tratamientos metálicos superficiales, como el galvanizado utilizan disoluciones de cromo, zinc, cadmio, cobre en alguna de sus etapas de fabricación para evitar la corrosión. Las aguas residuales de estos procesos están contaminadas con estos metales, con el gran componente de riesgo medioambiental y para la salud humana que conlleva si se descargan a un cuerpo natural. Según Triviño (2020), en la actualidad existen diversos equipos, estrategias y métodos que permiten el tratamiento innovador de aguas residuales galvanizadas, logrando tasas de remoción satisfactorias. Algunas

requieren un costo alto de inversión inicial y son de difícil acceso mientras que otras son presentadas como alternativas que pueden ser implementadas dependiendo de las características del agua residual a tratar.

2.3.3. Constructos fundamentados de las teorías en relación al problema de investigación

Las aguas residuales galvánicas de una industria se caracterizan por su alto contenido en metales pesados, como cromo hexavalente, cobre, arsénico, zinc, níquel, plomo, cadmio, entre otros. Al momento de disponerlas sin un tratamiento previo puede causar daños al sistema de alcantarillado y a la salud de las personas.

Jacinto de agua tiene un poder depurador de contaminantes presentes en el agua, debido a que remueve metales pesados a través de la absorción de sus raíces y hojas, sin que esto afecte su crecimiento; la eficiencia óptima en la remoción de los metales pesados, están en función de las condiciones de operación que se aplique, como es, el pH, el tiempo de residencia et. al, que son los indicadores de la variable independiente, que es la aplicación del Jacinto de agua para la remoción de metales, que se manipulan de manera intencional para causar un efecto en la variable dependiente, aguas residuales galvánicas contaminadas con metales de cromo hexavalente y zinc, dando así la solución al problema a las condiciones óptimas de pH y tiempo de residencia y el máximo porcentaje de remoción de los metales, cromo hexavalente y zinc.

Por ende, las condiciones planteadas en el humedal artificial garantizan la capacidad fitorremediadora de la macrófita Jacinto de agua para la remoción de cromo y zinc de las aguas residuales galvánicas.

2.4. Definición términos básicos

Absorción: Es un proceso de intercambio de iones que se da entre las posiciones del tejido de la raíz de la planta y las sustancias del suelo o agua. (Agroproductores, 2020)

Aguas residuales: Son una parte importante del ciclo del agua y pueden definirse como el agua que proviene del sistema de abastecimiento de agua de una población, es modificada por diversos usos en los hogares, industrias y áreas urbanas, y es recolectada por redes de alcantarillado al destino apropiado. (Campoverde, 2019).

Cromo (VI): Es un metal pesado tóxico que a veces se encuentra en el agua, es una forma cancerígena del cromo metálico en estado de oxidación. También se conoce como cromo (+6) o Cr (VI). (Real Academia Española, 2019).

Decapado: Este es un procedimiento industrial para eliminar las capas superiores de óxido de hierro, calamina (un carbonato de zinc natural) y partículas metálicas de las superficies de los metales base. (Dominguez, 2012)

Eficiencia: Es la capacidad de disponer algo o alguien para lograr un cierto efecto mediante el uso apropiado de los recursos o realizándose en el menor tiempo posible (Real Academia Española, 2019).

Eichhornia Crassipes: Es una especie acuática de forma ovalada, que alcanza de 2 a 15 cm de largo y de 2 a 10 cm de ancho. También tiene un potente sistema radicular y varios entrenudos cortos que forman hojas y raíces. (Cuba, 2021).

Fitorremediación: La fitorremediación es el proceso que utilizar plantas para remover, transferir, estabilizar, concentrar y/o destruir contaminantes (orgánicos e inorgánicos) en el suelo, lodos y sedimentos, y puede usarse tanto in situ y ex situ. (Callirgos, 2014).

Galvanizado: Proceso electroquímico que consiste en otorgar una protección superficial de zinc al acero o a otra superficie metálica (Asociación Técnica Española de Galvanización, 2019).

Humedal natural: Se definen como áreas donde el nivel freático permanece cerca de la superficie con tanta frecuencia y durante períodos prolongados que

es suficiente para mantener la saturación del suelo durante la mayor parte del año, promoviendo así el crecimiento de cierta vegetación. (Merino, 2017).

Humedal artificial o construido: Son sistemas diseñados y contruidos para imitar los mecanismos hidrodinámicos y los procesos de degradación biogeoquímica que se producen en los humedales naturales, pero con un mayor control sobre el régimen hidráulico del sistema, permitiendo que sustrato y vegetación se obtenga una composición clara del tipo de permiso y caudal. patrón. El objetivo es mejorar la calidad de las aguas residuales pretratadas y optimizar los sistemas de tratamiento (Xu y Mills, 2018).

Metales pesados: Son elementos tóxicos que tiene con un peso molecular relativamente alto. Su densidad suele ser superior a 5,0 g/cm³, como: plomo, cobalto, plata, mercurio, molibdeno, cadmio, cromo, hierro, níquel y zinc. (Triviño, 2020)

Remoción: Acción de remover, pasar o mudar de un lugar a otro (Real Academia Española, 2019).

Zinc: Es un metal de dureza media, brillante, de color blanco azulado y buen conductor del calor y la electricidad (ECHA, 2021).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis general*

La aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) removerá de manera eficiente a los metales Cromo hexavalente y Zinc en el tratamiento de aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023.

3.1.2. *Hipótesis específicas*

El tiempo de retención del Jacinto de agua influirá significativamente en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas.

El pH tendrá influencia positiva en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas.

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 3: Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice	Método	Técnica
VI: Jacinto de agua (Eichhornia crassipes)	El Jacinto de agua, es una planta acuática flotante, se caracteriza por permanecer en las aguas tranquilas como lagunas. Se consideran acumuladoras y con potencial de absorber contaminantes por sus raíces. (Carlini, et. al, 2018)	La eficiencia del Jacinto de agua depende de sus características físicas y los parámetros fisicoquímicos del medio donde se desarrolla.	Condiciones de operación	Tiempo de retención	5 días	Hipotético - deductivo	Observacional / experimental
					10 días		
					15 días		
VD: Remoción de Cromo hexavalente y Zinc de aguas residuales galvánicas	Las aguas residuales galvánicas son efluentes inorgánicos, que por sus características de toxicidad resultan nocivos, principalmente por la presencia de metales pesados como el Cromo y Zinc. (Chavez et al., 2009)	La remoción de las aguas residuales galvánicas se mide a través de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y remoción de metales	Parámetros fisicoquímicos	SST	mg/L	Hipotético - deductivo	Multiparámetro
				pH	-		
				Conductividad	us/cm		
				Metales pesados	mg/L		
				Turbidez	NTU		
Remoción de Metales				Cromo hexavalente	mg/L	APHA-AWWA-WEF.22nd Edition	
				Zinc	mg/L		EPA- Method 200.8

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

Según Ñaupas et al. (2018) la investigación es de tipo aplicada, porque se basan en los resultados de la investigación básica, pura o fundamental. Asimismo, tiene un enfoque cuantitativo por utilizar métodos y técnicas cuantitativas que tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, el muestreo y el tratamiento estadístico.

La presente investigación tiene un diseño experimental donde se manipularon intencionalmente una o más variables independientes a través de sus indicadores, generando consecuencias o efectos sobre una o más variables dependientes. (Hernández et al., 2018). En la investigación se manipuló los indicadores como el tiempo de retención y pH para la remoción del cromo hexavalente y zinc de la variable independiente, Jacinto del agua.

Por último, según (Hernández et al., 2018) el nivel de estudio es explicativo, ya que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta. Buscan encontrar las razones o causas que provocan ciertos fenómenos. En la presente investigación se aplicó el Jacinto de agua para remover las concentraciones de cromo hexavalente y zinc en las aguas residuales galvánicas, reduciendo así, al rango de los valores máximos admisibles.

Tabla 4: *Diseño experimental de la investigación.*

FACTORES	NIVELES
A: Jacinto de agua	A ₁ : [] De Cr en la zona folicular y raíz A ₂ : [] De Zn en la zona folicular y raíz
B: Agua residual a diferentes pH	B ₁ : 5 medio ácido
Muestra 1: Antes de la PTAR	B ₂ : 7 medio neutro
Muestra 2: Después de la PTAR	B ₃ : 9 medio alcalino
C: Tiempo	C ₁ : 5 días
Muestra 1: Antes de la PTAR	C ₂ : 10 días
Muestra 2: Después de la PTAR	C ₃ : 15 días

4.2. Método de investigación

El método de investigación es hipotético-deductivo, ya que consiste en un procedimiento que se inicia con algunas afirmaciones consideradas hipótesis, las cuales se buscan comprobar o rechazar infiriendo conclusiones que se deben contrastar con los hechos. (Bernal, 2016)

La presente investigación comprende las siguientes etapas:

4.2.1. Obtención de las macrófitas (Jacinto de agua)

Se recolectó una población de 30 especies de un vivero ubicado en el distrito de Lurín. Su selección se basó en sus características físicas como el color verde y el tamaño que tengan. La *Eichhornia crassipes* fue lavada cuidadosamente con agua destilada y luego se dispuso a un depósito con contenido de agua estando en reposo durante 24 horas; luego fueron puestas en el recipiente para su respectivo tratamiento.

4.2.2. Selección de recipientes de experimentación

Se utilizó 6 recipientes de plástico, cuyas dimensiones son las siguientes: largo 42 cm, ancho 32 cm y altura 16,8 cm, colocando en cada una de ellas el agua residual galvánica de los dos puntos muestreados, con cinco Jacintos de agua cada uno. Asimismo, se colocó en un lugar con las condiciones adecuadas para su crecimiento.

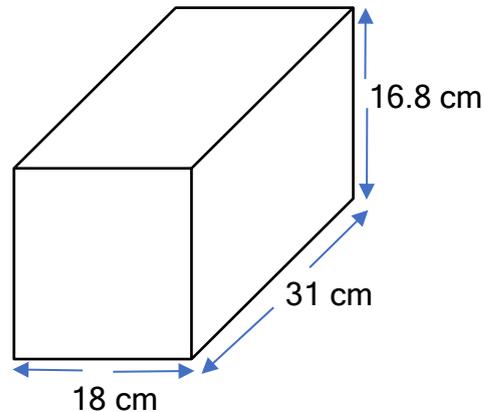


Figura 5: Medidas de los recipientes de experimentación.

4.2.3. Materiales, insumos, Instrumentos y equipos

a) Materiales:

- ✓ Recipientes de plástico con capacidad de 15 L
- ✓ Jarra de 1 L
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Papel tisú
- ✓ Papel toalla
- ✓ Botellas de muestra de plástico
- ✓ Vasos de precipitado
- ✓ Pipeta
- ✓ Probeta
- ✓ Varilla de agitación

b) Insumos:

- ✓ Buffer (4, 7, 10)

- ✓ Ácido nítrico
- ✓ Hidróxido de sodio

c) Equipos e instrumentos

- ✓ PH metro
- ✓ Turbidímetro
- ✓ Conductímetro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Balanza
- ✓ Espectrofotómetro Vis

4.2.4. Toma de muestra del agua residual

La muestra de agua residual se obtuvo de una empresa manufacturera que genera aguas residuales galvánicas. Se recolectó 60L, luego la muestra se llevó a un laboratorio acreditado por INACAL para su caracterización. Por último, se llevó los bidones de muestras al campus de la universidad donde se instaló los recipientes de experimentación.



Figura 6: Toma de muestras para la caracterización

4.2.5. Tratamiento con los Jacintos de agua

El tratamiento consistió en colocar cinco Jacintos de agua en cada recipiente (tres recipientes con muestra de agua galvánica antes y otros tres recipientes con muestra después de la PTAR, aplicándolo en diferentes medios:

- ✓ Muestra medio ácido (pH=5)
- ✓ Muestra medio alcalino (pH=9)
- ✓ Muestra medio neutro (pH=7)

Para llevar las muestras un medio ácido (pH 5) se utilizó el ácido nítrico (HNO_3), 21 ml para muestras antes y 17 ml para muestras después de la PTAR. Para alcanzar un medio alcalino (pH 9) se utilizó el hidróxido de sodio (NaOH), 11 ml para muestras antes y 13 ml para muestras después de la PTAR. Para el medio neutro (pH 7) no se utilizó ninguna solución debido a que es el pH de la caracterización de las aguas residuales galvánicas.

4.2.6. Monitoreo

Para la obtención de datos de concentración de cromo hexavalente, zinc y otros parámetros fisicoquímicos como pH, sólidos totales suspendidos, turbidez y conductividad, se consideró lo siguiente:

- ✓ 1era muestra cada $t=5$ días
- ✓ 2da muestra cada $t=10$ días
- ✓ 3era muestra cada $t=15$ días

Se llevó las muestras de agua debidamente rotuladas a un laboratorio ambiental acreditado por INACAL y se analizaron los resultados. Luego se registraron los datos en las fichas de recolección.

En la tabla 5 se muestra las condiciones de operación de los tratamientos realizados y en la figura 9 se observa el diagrama de flujo del tratamiento de aguas residuales con los Jacintos de agua.

Tabla 5: Condiciones de operación

Tratamiento	PH	Tiempo de remoción (Días)
Tratamiento ANTES DE LA PETAR	5, 7,9	5,10,15
Tratamiento DESPUES DE LA PTAR	5, 7,9	5,10,15



Figura 7: Recipientes a diferentes valores de pH



Figura 8: Toma de muestras cada 5 días

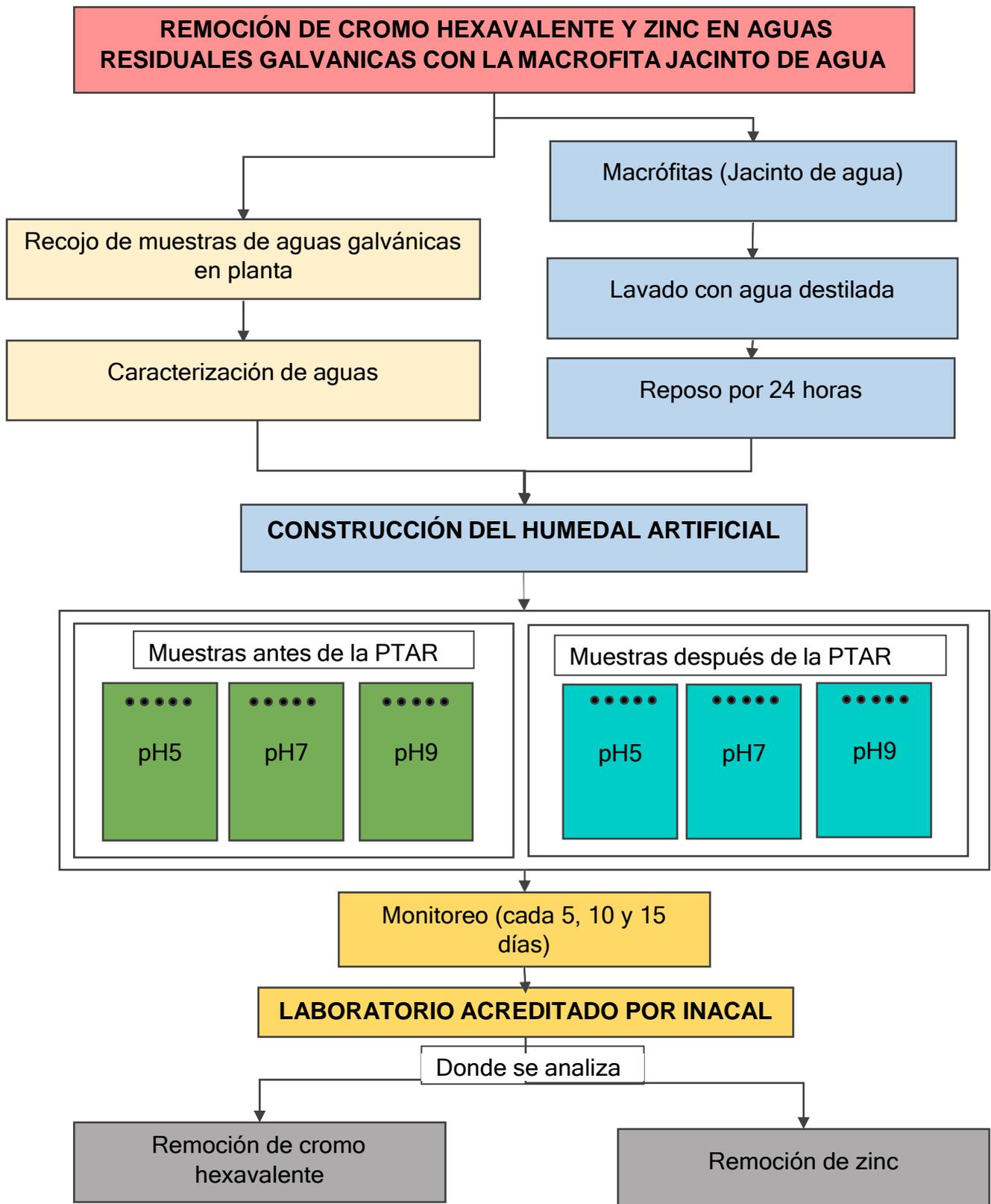


Figura 9: Diagrama de flujo del tratamiento de aguas residuales galvánicas con los Jacintos de agua

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Según Hernandez et al., (2018) la población se define como un conjunto de individuos que poseen una misma serie de características, tomando en cuenta ello se tiene como población las aguas residuales galvánicas generadas por las industrias metalmeccánicas ubicadas en Lima Este. La ubicación se puede observar en la figura 10.

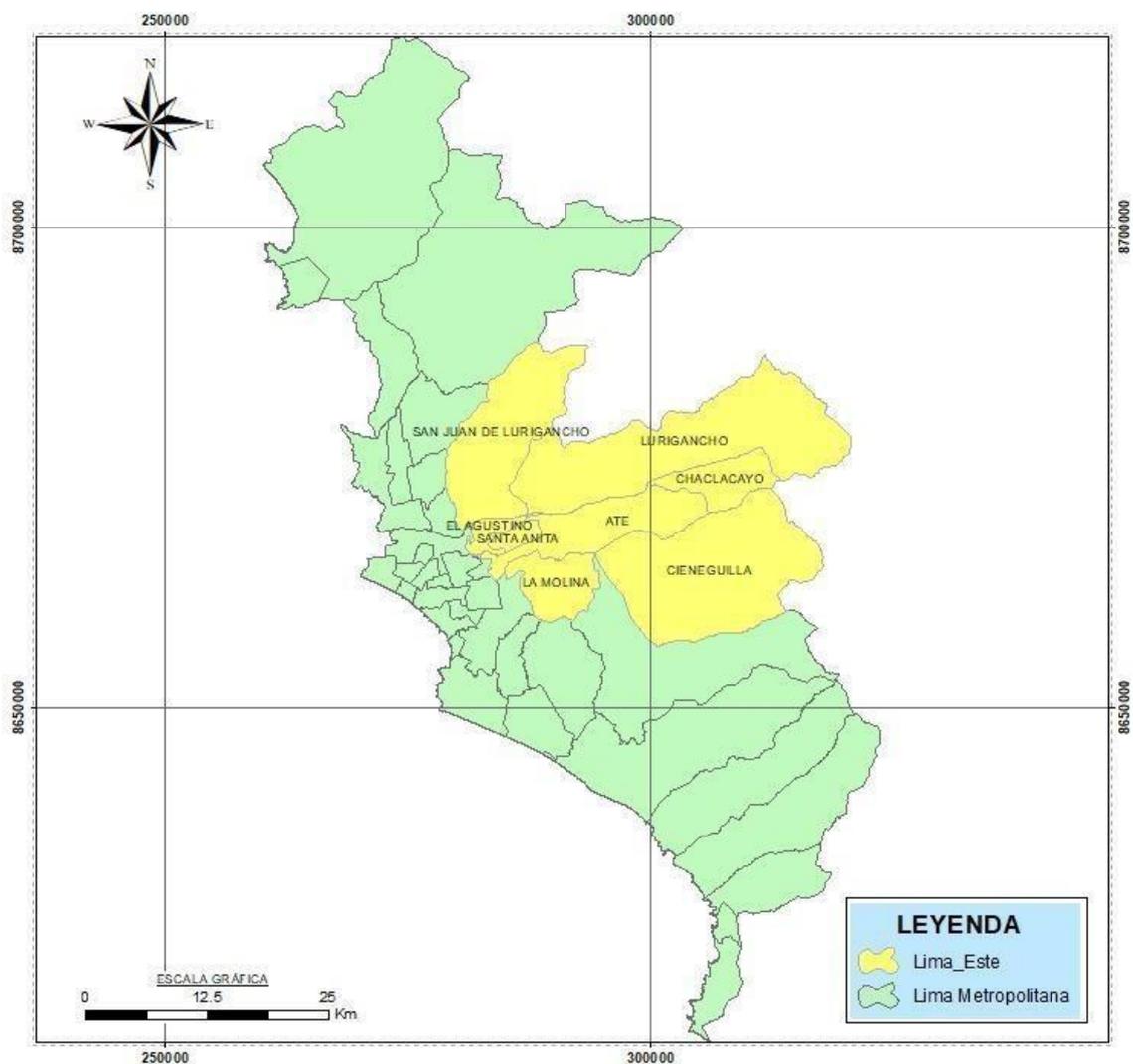


Figura 10: Ubicación de Lima Este

4.3.2. Muestra

El método de muestreo elegido es no probabilístico por conveniencia, según Malhotra (2008), este tipo consiste en seleccionar a los elementos que son convenientes para la investigación, es decir se realiza a criterio del investigador.

La muestra son las aguas residuales galvánicas generadas por una industria metalmeccánica ubicada en la zona industrial del distrito de Ate Vitarte.

Tabla 6: Coordenadas geográficas del punto de muestreo

Puntos	Coordenadas UTM 18L	
	X	Y
Muestra 1	285048.80	8665942.20
Muestra 2	285051.00	8665943.00

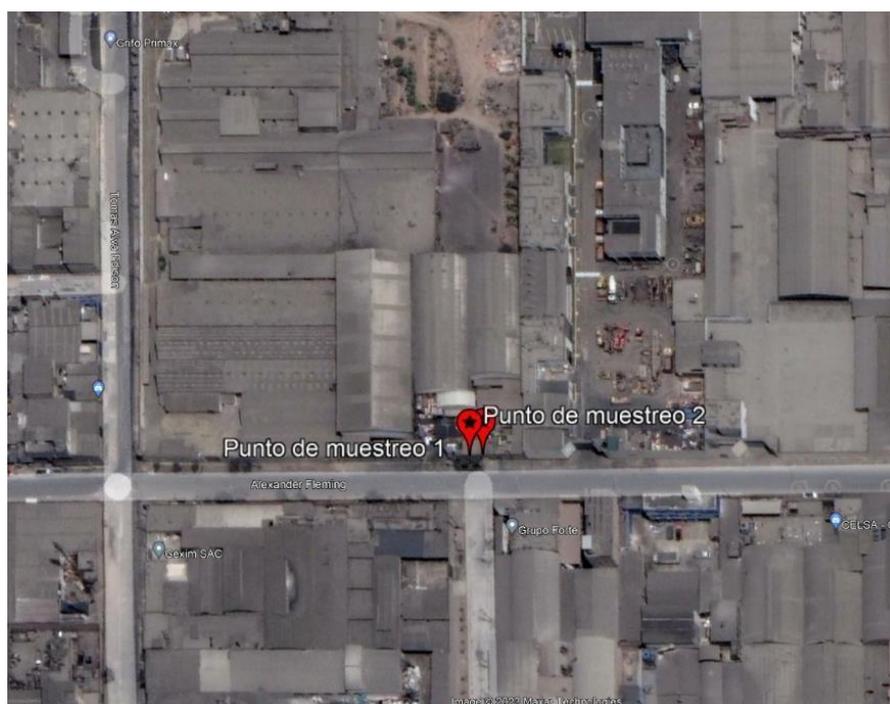


Figura 11: Ubicación de los puntos de muestreo de agua en el distrito de Ate

4.4. Lugar de estudio

Según Ñaupas et al. (2018) el lugar de estudio se define como el lugar donde se va a desarrollar la investigación, donde tendrán validez los resultados alcanzados.

La parte experimental se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, ubicada en Juan Pablo II 306, Bellavista-Callao.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

4.5.1. Técnicas

Según Sánchez y Reyes (2015) afirma que “Una técnica es un medio para recopilar información necesaria sobre la realidad o fenómenos, según el propósito de la investigación.” (p.163).

La técnica que se empleó en la investigación es la recolección de datos, la medición y la observación.

4.5.2. Instrumentos

Según Sánchez y Reyes (2015) afirman que los instrumentos “Son herramientas específicas utilizadas en el proceso de recolección de datos”.

El instrumento de recolección de datos son objetivos, precisos y cuantificables mediante la aplicación de variables de estudio (Hernández et al., 2010). Los instrumentos que se usaron en esta investigación es una ficha de observación y las fichas de registro, que se detallan en el anexo 3.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Para la realización del presente estudio de investigación los datos que se obtuvieron durante su ejecución fueron registrados en los cuadros presentados con anterioridad y plasmados en tablas elaborados en el programa Microsoft Excel. Para la determinación del análisis estadístico se utilizó el software SPSS

el cual facilitó la comparación de resultados descriptivos e inferenciales, así como también la demostración de la hipótesis y la creación de gráficas.

4.7. Aspectos éticos en investigación

La presente investigación titulada, “Aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas, Lima este 2023” es auténtica y confiable con respecto a la autoría de otros estudios, con el código de ética de investigación aprobado por RDU N° 260-2019-CU, así como con la directiva N° 004-2022-R, ambas establecidas por la Universidad Nacional del Callao.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1 Resultados de la caracterización de las aguas residuales galvánicas

Se realizó la caracterización de las aguas antes de la PTAR y después de la PTAR, en la tabla 7 se muestra los datos obtenidos

Tabla 7: Caracterización inicial de las aguas residuales galvánicas

Punto de muestreo	pH	Conductividad us/cm	Turbidez NTU	TSS mg/L	[Cromo Hexavalente] (mg/L)	[Zinc] (mg/L)
1: Antes de la PTAR	7.49	2266	716.7	1060	121.56	51.52
2: Después de la PTAR	7.03	4527	15.2	21	2.67	1.40

5.1.2. Resultados experimentales de la investigación

En la tabla 8 y 9 se observa los resultados experimentales de las dos muestras a diferentes pH de 5, 7 y 9; y las mediciones realizadas cada 5, 10 y 15 días

Tabla 8: Resultados experimentales de la muestra antes de la PTAR a diferentes medios de pH

Tratamiento	Tiempo (días)	pH trabajo	pH final	Conductividad (us/cm)	Turbidez NTU	TSS (mg/L)	[Cromo Hexavalente inicial] (mg/L)	[Zinc inicial] (mg/L)	[Cromo Hexavalente final] (mg/L)	[Zinc final] (mg/L)	% Cromo Hexavalente removido	% Zinc removido
1	5	5	6.0	4030	83.3	65	121.56	51.52	101.47	34.69	16.53	32.67
2	10	5	6.1	4370	42.4	80	121.56	51.52	85.99	30.31	29.26	41.16
3	15	5	6.9	3190	43.4	185	121.56	51.52	85.22	27.94	29.90	45.77
4	5	7.49	7.9	3450	182.0	145	121.56	51.52	116.69	5.43	4.00	89.46
5	10	7.49	7.7	3740	128.0	171	121.56	51.52	81.66	4.06	32.82	92.13
6	15	7.49	7.9	2853	122.3	195	121.56	51.52	81.10	3.96	33.28	92.31
7	5	9	8.1	3650	110.0	128	121.56	51.52	104.05	2.88	14.40	94.41
8	10	9	7.8	4020	82.4	173	121.56	51.52	83.73	1.11	31.12	97.84
9	15	9	7.2	2871	57.0	159	121.56	51.52	82.69	0.97	31.98	98.12

Tabla 9: Resultados experimentales de muestras después de la PTAR a diferentes medios de pH

Tratamiento	Tiempo (días)	pH trabajo	pH final	Conductividad (us/cm)	Turbidez NTU	TSS (mg/L)	[Cromo Hexavalente inicial] (mg/L)	[Zinc inicial] (mg/L)	[Cromo Hexavalente final] (mg/L)	[Zinc final] (mg/L)	% Cromo Hexavalente removido	% Zinc removido
1	5	5	7.1	6780	87.6	19	2.67	1.40	0.44	0.88	83.45	37.23
2	10	5	7.0	7450	37.7	69	2.67	1.40	0.19	0.74	92.85	47.29
3	15	5	7.2	5280	18.1	94	2.67	1.40	0.10	0.42	96.44	69.78
4	5	7	7.1	6740	62.3	45	2.67	1.40	1.46	0.87	45.17	37.84
5	10	7	7.4	6980	24.2	55	2.67	1.40	1.44	0.56	46.25	60.08
6	15	7	7.8	5070	20.3	40	2.67	1.40	0.74	0.36	72.43	74.16
7	5	9	7.6	6780	47.8	42	2.67	1.40	1.79	0.40	33.07	71.23
8	10	9	7.6	7200	38.7	85	2.67	1.40	1.47	0.40	44.98	71.46
9	15	9	7.8	5180	21.57	73	2.67	1.40	0.58	0.28	78.28	79.87

En la tabla 10 se observa que la muestra 1 antes de la PTAR se tiene una media de 24.81 en porcentaje de remoción de cromo hexavalente y una media de 75.99 en porcentaje de remoción de zinc. Asimismo, se observa la muestra 2 después de la PTAR y se tiene una media de 65.88 en porcentaje de remoción de cromo hexavalente y una media de 60.99 en porcentaje de remoción de zinc.

Tabla 10: Medidas estadísticas del indicador de remoción de cromo y zinc de las muestras antes y después de la PTAR

Punto	Medida	[Cromo hexavalente] (mg/L)	[Zinc] (mg/L)	%Cromo hexavalente	%Zinc
1- Antes de la PTAR	Media	91,40	12,37	24,81	75,99
	Desviación	12,77	14,13	10,50	27,43
	Mínimo	81,10	0,97	4,00	32,67
	Máximo	116,69	34,69	33,28	98,12
2- Después de la PTAR	Media	0,91	0,54	65,88	60,99
	Desviación	0,63	0,23	23,70	16,24
	Mínimo	0,10	0,28	33,07	37,23
	Máximo	1,79	0,88	96,44	79,87

En la tabla 11 se observa que la muestra 1: antes de la PTAR para un tiempo de 5 días con respecto al porcentaje de remoción de cromo hexavalente se tiene una media de 11.65, para un tiempo de 10 días se tiene 31.07 y para un tiempo de 15 días se tiene 31.72; con respecto al porcentaje de remoción de zinc, para un tiempo de 5 días se tiene una media 72.18, para 10 días se tiene una media de 77.05 y para 15 días se tiene 78.73. En la muestra 2: después de la PTAR con respecto al porcentaje de remoción de cromo se tiene para un tiempo de 5 días una media de 53.90, para 10 días se tiene 61.36 y para 15 días se tiene 82.38; con respecto al porcentaje de remoción de zinc, para un tiempo de 5 días se tiene una media de 48.81, para un tiempo de 10 se tiene una media de 59.52 y para 15 días se tiene una media de 74.60.

Tabla 11: Medidas estadísticas del indicador tiempo para ambas muestras antes y después del tratamiento

Punto	Tiempo	Medida	[Cromo hexavalente] (mg/L)	[Zinc] (mg/L)	%Cromo hexavalente	%Zinc
1: Antes de la PTAR	5	Media	107,40	14,33	11,65	72,18
		Desviación	8,15	17,68	6,70	34,31
		Mínimo	101,47	2,88	4,01	32,67
		Máximo	116,69	34,69	16,53	94,41
	10	Media	83,7933	11,83	31,07	77,05
		Desviación	2,16569	16,08	1,78	31,20
		Mínimo	81,66	1,11	29,26	41,17
		Máximo	85,99	30,31	32,82	97,85
	15	Media	83,00	10,9567	31,72	78,73
		Desviación	2,08	14,78	1,71	28,70
		Mínimo	81,10	0,97	29,90	45,77
		Máximo	85,22	27,94	33,28	98,12
2: Después de la PTAR	5	Media	1,23	0,71	53,90	48,81
		Desviación	0,70	0,27	26,30	19,59
		Mínimo	0,44	0,40	33,07	37,23
		Máximo	1,79	0,88	83,45	71,23
	10	Media	1,03	0,56	61,36	59,52
		Desviación	0,73	0,17	27,27	12,09
		Mínimo	0,19	0,40	44,98	47,29
		Máximo	1,47	0,74	92,88	71,46
	15	Media	0,47	0,35	82,38	74,60
		Desviación	0,33	0,07	12,52	5,06
		Mínimo	0,10	0,28	72,43	69,78
		Máximo	0,74	0,42	96,44	79,87

En la tabla 12 se observa que la muestra 1: antes de la PTAR con respecto al porcentaje de remoción de cromo hexavalente se tiene para pH 5 una media de 25.23, para pH 7 se tiene 23.37 y para pH 9 se tiene 25.83; con respecto al porcentaje de remoción de zinc, para pH 5 se tiene una media 39.87, para pH 7 se tiene una media de 91.3 y para pH 9 se tiene 96.79. En la muestra 2: después de la PTAR con respecto al porcentaje de remoción de cromo hexavalente se tiene para pH 5 una media de 90.91, para pH 7 se tiene 48.07 y para pH 9 se tiene 52.11; con respecto a la remoción de zinc, para pH 5 se tiene una media de 51.43, para pH 7 se tiene una media de 57.38 y para pH 9 se tiene una media de 74.19.

Tabla 12: Medidas estadísticas del indicador PH para antes y después del tratamiento

Punto	PH Medida	[Cromo hexavalente] (mg/L)	[Zinc] (mg/L)	%Cromo hexavalente	%Zinc		
1: Antes de la PTAR	5	Media	90,89	30,98	25,23	39,87	
		Desviación	9,17	3,42	7,542	6,65	
		Mínimo	85,22	27,94	16,53	32,67	
		Máximo	101,47	34,69	29,90	45,77	
	7.49	Media	93,15	4,48	23,37	91,3	
		Desviación	20,39	0,82	16,77	1,60	
		Mínimo	81,10	3,96	4,00	89,46	
		Máximo	116,69	5,43	33,28	92,31	
	9	Media	90,16	1,65	25,83	96,79	
		Desviación	12,04	1,06	9,91	2,06	
		Mínimo	82,69	0,97	14,40	94,41	
		Máximo	104,05	2,88	31,98	98,12	
	2: Después de la PTAR	5	Media	0,24	0,68	90,91	51,43
			Desviación	0,18	0,24	6,71	16,84
			Mínimo	0,10	0,42	83,45	37,14
			Máximo	0,44	0,88	96,44	70,00
7		Media	1,39	0,60	48,07	57,38	
		Desviación	0,11	0,26	4,12	18,36	
		Mínimo	1,26	0,36	45,32	37,86	
		Máximo	1,46	0,87	52,81	74,29	
9		Media	1,28	0,36	52,11	74,19	
		Desviación	0,63	0,07	23,43	4,92	
		Mínimo	0,58	0,28	33,07	71,23	
		Máximo	1,79	0,40	78,28	79,87	

Las figuras 12, 13, 14 y 15 muestran la remoción de cromo hexavalente y zinc de las dos muestras, en función al pH y tiempo.

La figura 12 muestra la disminución de la concentración de cromo hexavalente de la muestra 1: Antes de la PTAR, se observa a que a un pH 7 y mayor tiempo de tratamiento, en este caso 15 días alcanza la menor concentración.

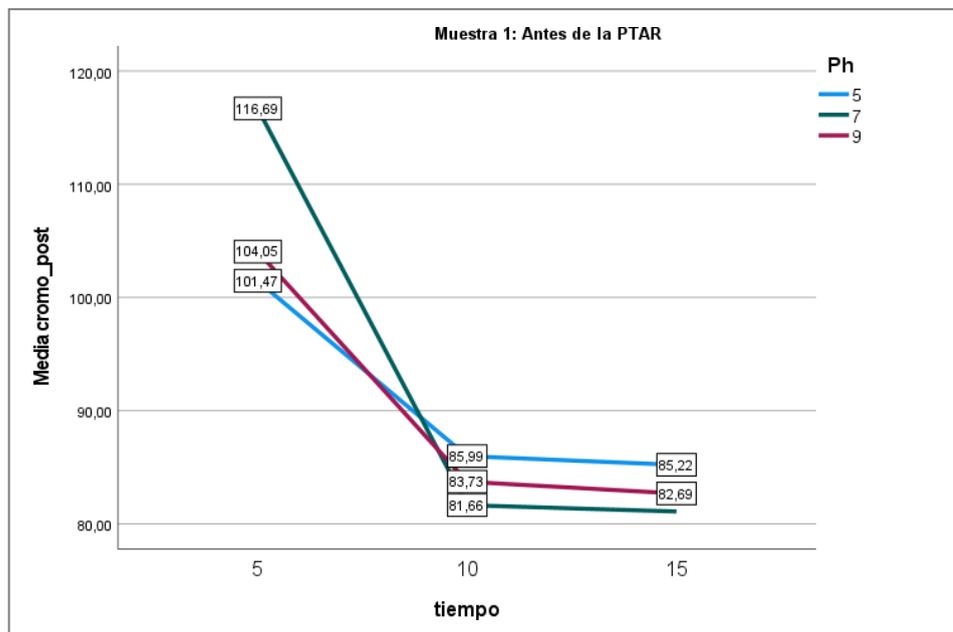


Figura 12: Remoción de cromo hexavalente de la muestra 1: antes de la PTAR, a diferentes pH.

La figura 13 muestra la disminución de la concentración de cromo hexavalente de la muestra 2: Después de la PTAR, se observa a que a un pH 5 y mayor tiempo de tratamiento de 15 días, alcanza la menor concentración.

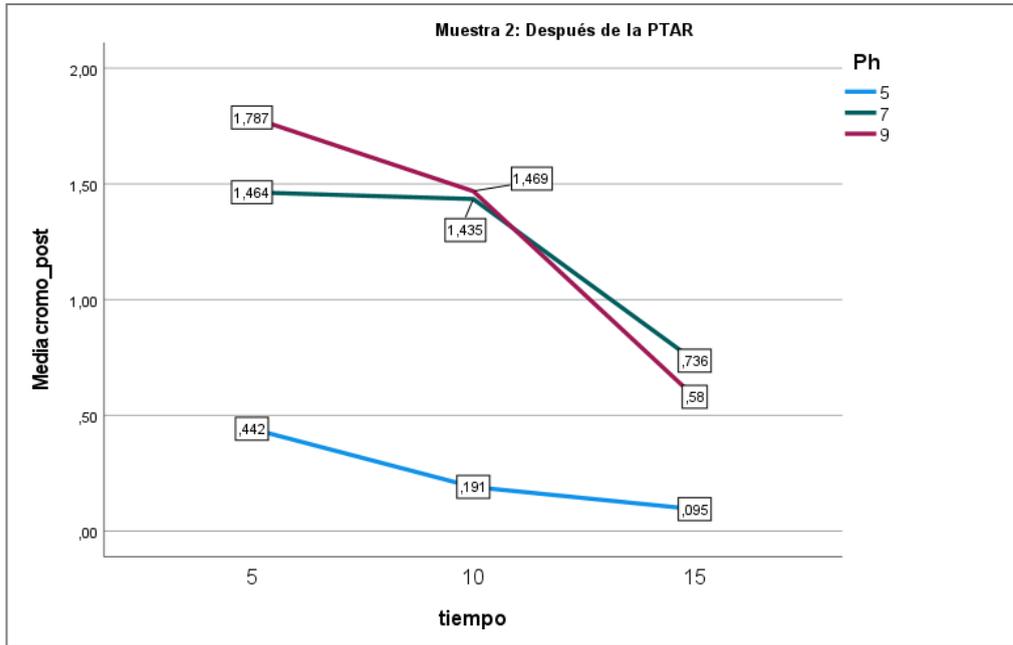


Figura 13: Remoción de cromo hexavalente de la muestra 2: después de la PTAR, a diferentes pH.

La figura 14 muestra la disminución de la concentración de zinc de la muestra 1: Antes de la PTAR, se observa a que a un pH 9 y mayor tiempo de tratamiento alcanza la menor concentración.

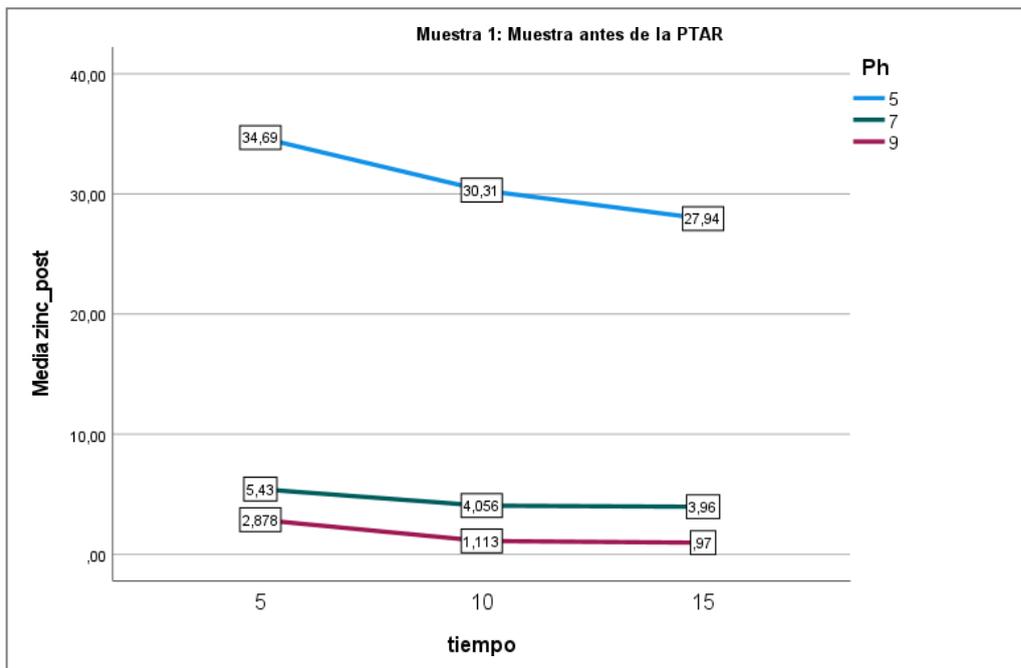


Figura 14: Remoción de zinc de la muestra 1: antes de la PTAR, a diferentes pH.

La figura 15 muestra la disminución de la concentración de zinc de la muestra 2: Después de la PTAR, se observa a que a un pH 9 y mayor tiempo de tratamiento alcanza la menor concentración.

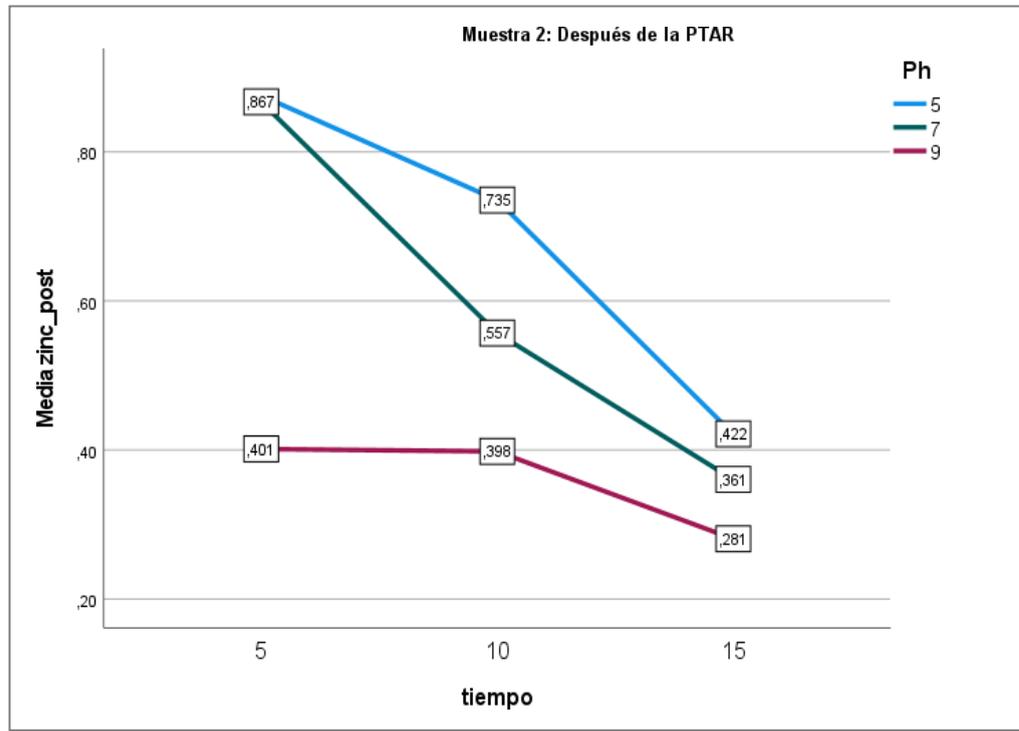


Figura 15: Remoción de zinc de la muestra 2: después de la PTAR, a diferentes pH

Las figuras 16, 17 y 18 muestran cómo influye el Jacinto de agua en el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos como la conductividad, turbidez y TSS de las aguas residuales galvánicas.

La figura 16 muestra el comportamiento de la turbidez en los diferentes medios de pH utilizados, observándose que al tiempo de 10 días, aumenta y después ya empieza a disminuir.

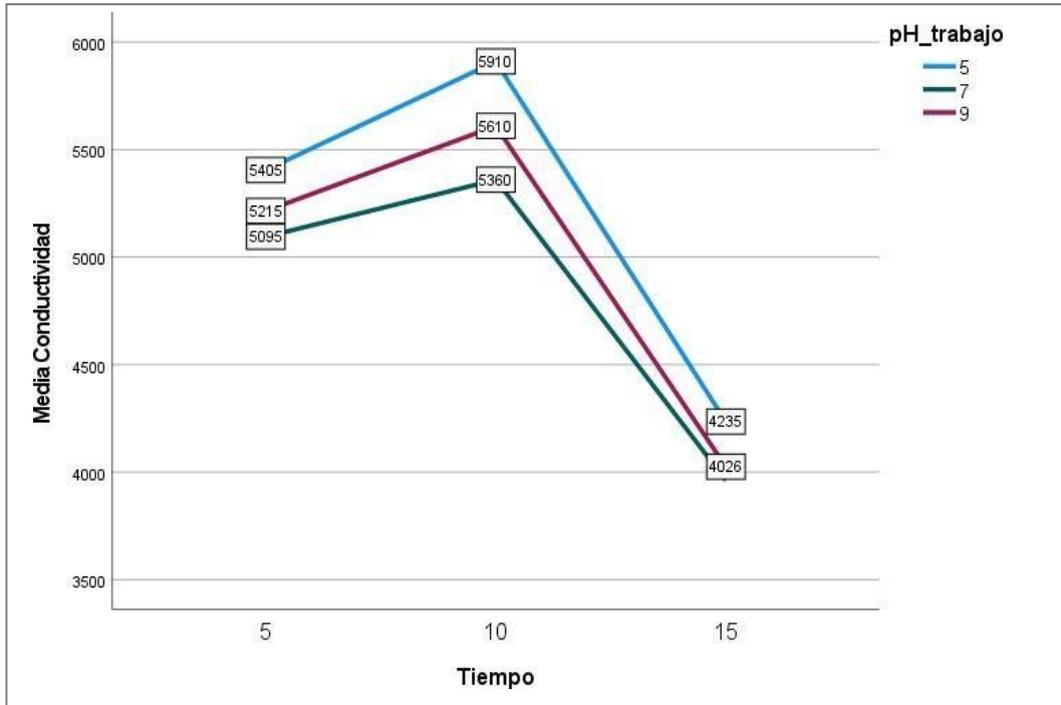


Figura 16: Comportamiento de la conductividad

La figura 17 muestra el comportamiento de la turbidez en los diferentes medios de pH utilizados, observándose que a un pH de 5 hay una mayor disminución del valor de turbidez con respecto a los otros pH trabajados.

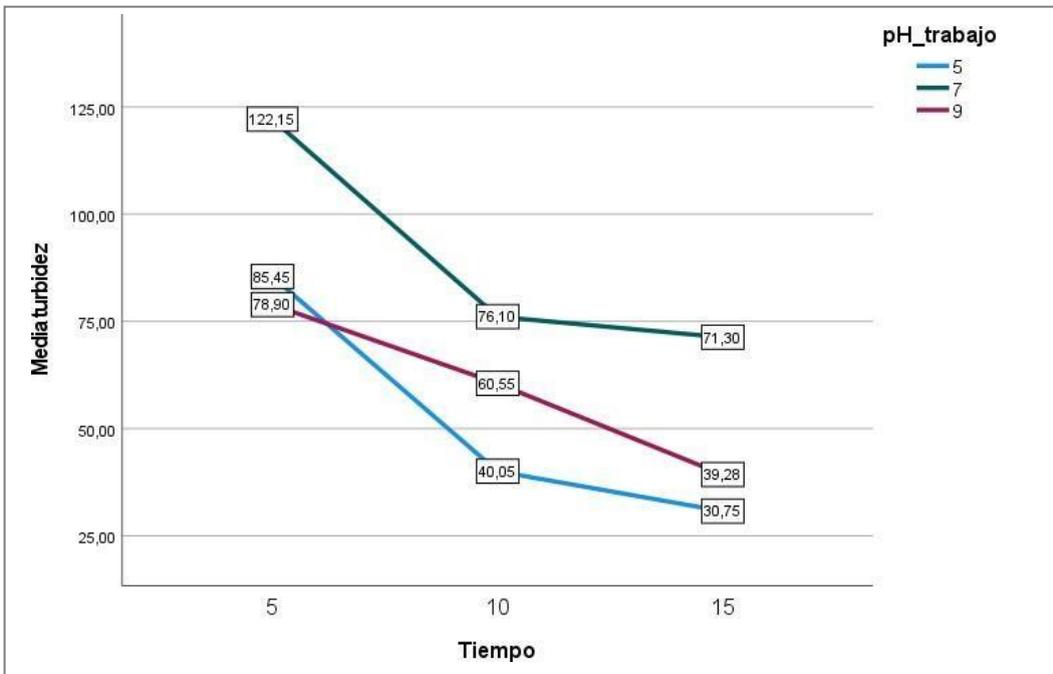


Figura 17: Comportamiento de la turbidez

La figura 18 muestra el comportamiento de los sólidos totales en los diferentes medios de pH utilizados, observándose que hay un aumento de la cantidad conforme aumenta el tiempo de tratamiento.

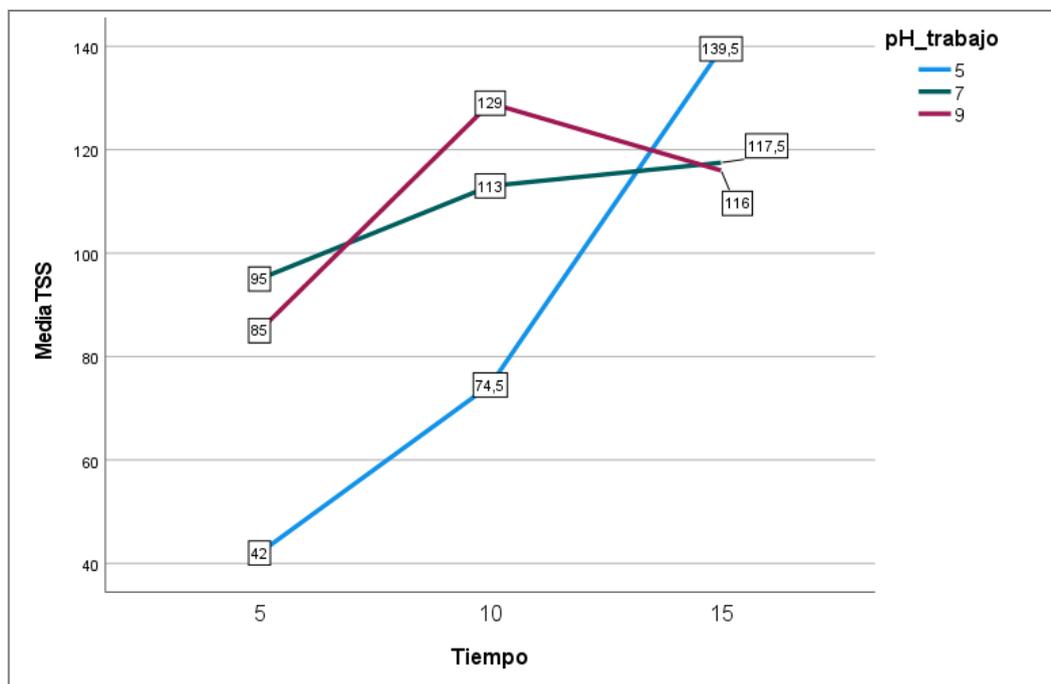


Figura 18: Comportamiento de los sólidos totales suspendidos

5.1.3. Resultados de absorción de la macrófita Jacinto de agua

En la tabla 13 se muestran los resultados del análisis de la planta y los porcentajes de absorción que se tomó de la muestra 1: Antes de la PTAR, a un medio neutro obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 13: Datos de absorción de la planta a pH 7

Metal	Medio	Agua		Eichhornia crassipes	
		Concentración inicial mg/L	Concentración mg/K	Concentración mg/L	% Absorción
Cromo Total	pH 7	121.56	11445	114.45	94.2
Zinc	pH 7	51.5177	4485	44.85	87.1

En la figura 19 se muestra el porcentaje de absorción del cromo total y del zinc para un pH 7 realizado por la *Eichhornia crassipes*, para una muestra antes de la PTAR.

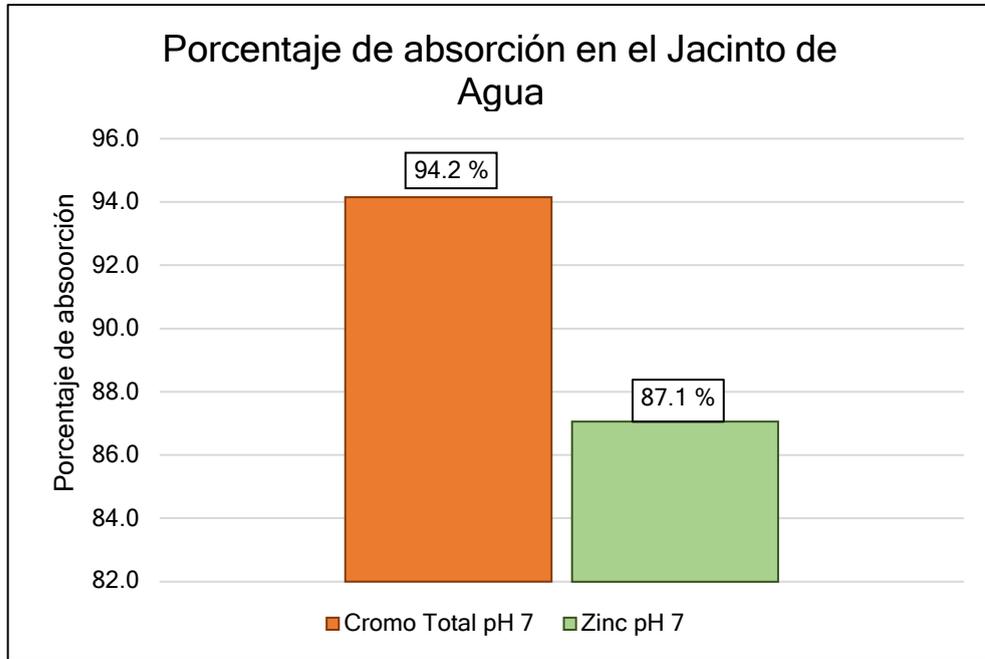


Figura 19: *Porcentaje de absorción para cromo y zinc*

5.2. Resultados inferenciales

En la tabla 14 se muestra la prueba de normalidad de la remoción de cromo y zinc, se empleó el test de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es inferior a 50 según datos (Dietrichson, 2019). Los resultados estadísticos de normalidad al emplear este test, tienen como valor 0.71 para cromo hexavalente y 0.63 para el zinc; con un valor de significancia menor a 0.05 para ambos, siendo una distribución no normal.

Tabla 14: Prueba de normalidad de la remoción del cromo y zinc

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GI	Sig.
Remoción de Cromo hexavalente	0,71	18	0,001
Remoción de Zinc	0,63	18	0,001

5.2.1. Resultados de comparaciones de la remoción de cromo hexavalente y zinc

H₀: La aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) no removerá de manera eficiente a los metales Cromo hexavalente y Zinc en el tratamiento de aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023.

H_A: La aplicación del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) removerá de manera eficiente a los metales Cromo hexavalente y Zinc en el tratamiento de aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023.

Dado que la distribución no es normal, se procede a realizar la prueba de Wilcoxon a ambas pruebas con la finalidad de hacer las comparaciones de ambos valores, expresados a continuación.

Los resultados mostrados en la tabla 15 sirven para verificar si se acepta la hipótesis alterna considerando los resultados mostrados. En los estadísticos de prueba se obtuvo el valor de $Z = -3.82$, donde Z pertenece a la zona de rechazo, asimismo, el valor de P es inferior a 0.05, aceptando la hipótesis alterna con el 95% de confianza, lo cual indica diferencia significativa de la remoción de cromo y zinc.

Tabla 15: Prueba de (hipótesis) comparaciones del pre y post test de cromo y zinc

		N	Rango promedio	Suma de rangos	z	p-valor
Ha: La aplicación del Jacinto de agua remueve de manera eficiente el cromo hexavalente	Rangos negativos	18 ^a	9,50	171,00		
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00	-3.82	<.001
	Empates	0 ^c				
	Total	18				
Ha: La aplicación del Jacinto de agua remueve de manera eficiente el zinc	Rangos negativos	18 ^d	11,0	165,00		
	Rangos positivos	0 ^e	2,00	6,00	-3.82	<.001
	Empates	0 ^f				
	Total	18				

5.2.2 Resultados de comparaciones de la influencia del tiempo en la remoción de cromo hexavalente y zinc

Dado que la distribución no es normal, se eligen pruebas no paramétricas para muestras independientes y se procede a realizar la prueba de Kruskal Wallis con la finalidad de hacer las comparaciones de valores. En los estadísticos de prueba se obtuvo el valor de H de Kruskal-Wallis de 1.30 para el cromo hexavalente y 0.46 para el zinc, el p-valor para ambos parámetros es superior a 0.05, conservando la hipótesis nula, lo cual indica que no hay significancia del tiempo.

Tabla 16: Prueba de comparaciones de la influencia del tiempo

	Tiempo	N	Rango promedio	H de Kruskal-Wallis (gl)	P-valor
Remoción cromo hexavalente	5	6	11,33	1,30 (2)	0,52
	10	6	9,33		
	15	6	7,83		
	Total	18			
Remoción de zinc	5	6	10,67	0,46 (2)	0,80
	10	6	9,17		
	15	6	8,67		
	Total	18			

5.2.3 Resultados de comparaciones de la influencia del pH en la remoción de cromo hexavalente y zinc

Dado que la distribución no es normal, se eligen pruebas no paramétricas para muestras independientes y se procede a realizar prueba de Kruskal Wallis con la finalidad de hacer las comparaciones de valores. En los estadísticos de prueba se obtuvo el valor de H de Kruskal-Wallis de 2.26 para el cromo hexavalente y un valor de 2.63 para el zinc, el valor de P para ambos parámetros es superior a 0.05, conservando la hipótesis nula, lo cual indica que no hay significancia del pH.

Tabla 17: Prueba de comparaciones de la influencia del pH

	PH	N	Rango promedio	H de Kruskal-Wallis (gl)	p-valor
Remoción cromo hexavalente	5	6	6,83	2,26 (2)	0,32
	7	6	11,00		
	9	6	10,67		
	Total	18			
Remoción de zinc	5	6	12,00	2.63 (2)	0,27
	7	6	9,50		
	9	6	7,00		
	Total	18			

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

De los resultados obtenidos del tratamiento de las aguas residuales galvánicas aplicando el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), la remoción de cromo hexavalente y zinc son eficientes.

Según lo observado se tiene que a un pH 5 y tiempo de tratamiento de 15 días se obtiene una mayor remoción de cromo hexavalente de las aguas residuales galvánicas mediante la aplicación del Jacinto de agua. Con respecto al zinc se tiene que a un pH 9 y tiempo de tratamiento de 15 días se alcanza una mayor remoción, determinándose para ambos metales que, a más tiempo, mayor es la remoción de cromo hexavalente y zinc.

De los resultados estadísticos inferenciales para hallar el tipo de distribución se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, determinándose una distribución que no es normal y por ello se aplicó pruebas no paramétricas. Para realizar las comparaciones se procedió a realizar la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas con la finalidad de hacer las comparaciones de ambos valores como se observa en la tabla 15, en la cual el valor de $Z = -3.82$, y pertenece a la zona de rechazo, donde el p-valor es inferior a 0.05, aceptando la hipótesis alterna con el 95% de confianza, y rechazando la hipótesis nula, demostrando así que se logró remover significativamente el cromo hexavalente y zinc de las aguas residuales galvánicas.

A continuación, se presenta la Contrastación y demostración de la hipótesis específica 1:

Ho: El tiempo de retención del Jacinto de agua no influirá significativamente en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas.

Ha: El tiempo de retención del Jacinto de agua influirá significativamente en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas.

En la tabla 11 y en la figura 12, 13, 14 y 15 de los resultados descriptivos se observa que en ambas muestras a un tiempo de 15 días la concentración tanto

de cromo y zinc disminuye, siendo los primeros 5 días la mayor cantidad removida. Sin embargo, estadísticamente en la tabla 16 muestra la prueba de comparaciones y la significancia en el nivel de remoción es menor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_a).

A continuación, se presenta la Contrastación y demostración de la hipótesis específica 2:

H_0 : El pH no tendrá influencia positiva en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas.

H_a : El pH tendrá influencia positiva en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas.

En la tabla 12 de los resultados descriptivos se observa que a pH 5, de la muestra antes de la PTAR el cromo alcanza un máximo porcentaje de remoción de 25.74%, y de la muestra después de la PTAR alcanza un máximo porcentaje de remoción de 96,25%. Con respecto al zinc a pH 9 de la muestra antes de la PTAR alcanza un máximo porcentaje de remoción de 97.85%, y de la muestra después de la PTAR alcanza un máximo porcentaje de remoción de 80%. Estadísticamente en la tabla 17 muestra la prueba de comparaciones de la remoción con respecto al pH y la significancia en el nivel de remoción es menor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_a).

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La metodología utilizada es de diseño experimental con enfoque cuantitativo, el método consistió en simular humedales artificiales utilizando tres medios diferentes de pH básico, ácido y neutro. En cada recipiente se colocaron los Jacintos y las aguas a tratar, esta metodología coincide con Poma (2015), Quispe (2019), Castañeda (2023) y Delgado (2020). Sin embargo, otros autores utilizaron una diferente metodología experimental utilizando biofiltros con el

Jacinto de agua pulverizado como Tejeda (2020), Carreño (2021) y Neetu (2017) obteniendo resultados de remoción y absorción.

En la presente investigación se consideró condiciones de operación como el pH y tiempo, con respecto al pH se utilizó tres medios distintos ácido, básico y neutro; alcanzando la máxima remoción para el cromo hexavalente en un medio ácido (pH 5) y para el zinc en un medio básico (pH 9), lo cual coincide con el trabajo de investigación de Neetu (2017) donde demostró que la absorción del cromo se dio en un medio ácido considerando un valor de pH 2, de igual manera con Poma (2015) donde indica que la remoción del cromo hexavalente ocurre en un medio con tendencia ácida, además este último autor considera otro factor como la temperatura.

Con respecto al tiempo de experimentación de esta investigación, como la de Poma (2015) y Castañeda (2023) tuvo un tiempo de tratamiento 15 días, mientras Carreño (2016) consideró un tiempo de 24 días y Delgado (2020) consideró un periodo más largo de tiempo de 30 días, coincidiendo que durante los 5 primeros días alcanza el mayor porcentaje removido y que para un tiempo de 24 a 30 días la remoción tiende a ser constante.

Los resultados muestran que la aplicación del Jacinto de agua logra la remoción de metales pesados, para el caso del cromo hexavalente cuando la concentración es de 2.67mg/L, se obtuvo un 96% de remoción en un medio ácido lo cual se asemeja a los resultados obtenidos por Ortega (2019) que obtiene un 80% de remoción de cromo VI en 10 días. También con lo expuesto por Castañeda (2023) que alcanza el 90% de remoción del contaminante cromo hexavalente de una muestra de 2mg/L.

Para el caso del zinc en un 75%, a los 15 días de tratamiento, lo cual coincide con Ponce y Quispe (2019) que también analizaron la remoción de zinc de efluentes mineros considerando 16 días alcanzando un porcentaje de 76% de remoción. De igual manera, con lo señalado con Kumar (2019) que analiza metaloides de aguas residuales obteniendo un porcentaje de remoción de 79% del metal en mención.

Finalmente, los resultados obtenidos referente a la absorción del Jacinto de agua Castañeda (2023) nos demuestra que de una muestra contaminada con cromo de hasta 10ppm, la planta puede absorber hasta el 90% del contaminante, lo cual coincide con la presenta investigación de una muestra de 100mg/L alcanza un 94% de cromo.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

La presente tesis titulada, “APLICACIÓN DEL JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*) PARA LA REMOCION DE CROMO HEXAVALENTE Y ZINC EN AGUAS RESIDUALES GALVANICAS, LIMA ESTE 2023” los tesisistas señalan que se cumple fielmente con el código de ética de investigación de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución N° 026-2019-R “Protocolos de proyecto e Informe Final de Investigación de Pregrado, Posgrado, Docentes, Equipos, Centros e Institutos de Investigación” aprobada y mediante Resolución N° 319-2022-R con fecha de 22 de abril del 2022.

VII. CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación del Jacinto de agua remueve de manera eficiente los metales cromo hexavalente y zinc de las aguas residuales galvánicas, como se muestra en la tabla 10 el porcentaje máximo de remoción de cromo hexavalente alcanzado es de 25.74% de la muestra antes de la PTAR, y de 96.25% de la muestra después de la PTAR. El porcentaje máximo de remoción de zinc alcanzado es de 97.85% de la muestra antes de la PTAR, y de 80% de la muestra después de la PTAR.

Con respecto al tiempo, se determinó que en la muestra antes de la PTAR a los 5 días tiene un promedio de remoción de 11.65% para cromo hexavalente y para zinc 72.18%, para 10 días se tiene un promedio de remoción para cromo 19.38% y para zinc 77.05%, para 15 días se tiene un promedio de remoción para cromo hexavalente 20.78% y para zinc 72.37%. Para la muestra después de la PTAR a los 5 días tiene un promedio de remoción de 53.93% para cromo hexavalente y para zinc 48.81%, para 10 días se tiene un promedio de remoción para cromo hexavalente 61.30% y para zinc 59.52%, para 15 días se tiene un promedio de remoción para cromo hexavalente 66.04% y para zinc 74.76%. Por lo tanto, se concluye a mayor tiempo de tratamiento es mayor el porcentaje de remoción.

En el caso del parámetro pH se evaluó que para la muestra antes de la PTAR para un pH 5 el promedio de remoción de cromo hexavalente es 22.00% y con respecto a la remoción del zinc es 39.87%; para el pH 7 el promedio de remoción de cromo hexavalente es de 11.68%, y la de zinc es 87.12%, para el pH 9 el promedio de remoción de cromo hexavalente es de 18.11%, y la de zinc es 94.61%. Para la muestra después de la PTAR a un pH 5 el promedio de remoción de cromo hexavalente es 90.88% y con respecto a la remoción del zinc es 51.43%; para el pH 7 el promedio de remoción de cromo hexavalente es de 48.07%, y la de zinc es 57.38%, para el pH 9 el promedio de remoción de cromo hexavalente es de 42.32%, y la de zinc es 74.29%. concluyendo que para un pH de 5 alcanza una mayor remoción de cromo hexavalente y a un pH de 9 alcanza una mayor remoción de zinc.

VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda usar los humedales artificiales con macrófitas como una alternativa eco amigable para el tratamiento de aguas residuales, debido a a los resultados favorables que se obtuvieron para la remoción.
- ✓ Se recomienda utilizar mayor cantidad de número de muestras, para que los resultados estadísticos tengan mayor significancia con respecto al tiempo y pH óptimo de tratamiento.
- ✓ Se recomienda realizar el análisis de las raíces y la parte foliar de las plantas para poder conocer el comportamiento de absorción.
- ✓ Se recomienda realizar periodos más largos de tiempo de tratamiento mínimo hasta 30 días, para tener más datos de resultados y verificar hasta qué tiempo la planta llega su máximo punto de absorción.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENAS, V. *Efluentes de la mina Buenaventura y los efectos en la calidad del agua, macrobentos y comunidad plactonica de la laguna Añilcocha Oyón*, 2022. Lima : s.n., 2022.
- BENITEZ, L. *Evaluación de la distribucion de metales pesados en las plantas acuaticas Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) y Tull (Thypa spp) utilizadas en las plantas de tratamiento de aguas residuales la Cerca, Villa Canales por medio de Fluorescencia de rayos X*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008.
- BERNAL, A. *Fitorremediación en la recuperación de suelos: una visión general*. Boyacá : s.n., 2014.
- BERNAL, C. *Metodología de la investigación para administración, economía y ciencias sociales*. Mexico : Pearson Educación, 2016.
- BRESS, P., CRESPO, D., RIZZO P. y LA ROSSA, R. *Capacidad de las macrofitas Lemma minor y Eichhornia crassipes para eliminar el niquel*. Argentina : RIA. Revista de Investigación Agropecuarias, 2012.
- CALLIRGOS, M. *Evaluación de la capacidad fitorremediadora de la especie Chrysopongon zizanioides mediante la indorporación de enmiendas en relaves mineros*. Lima : Universidad Nacional Agraria la Molina, 2014.
- CAMPOVERDE, O. *Tratamiento de aguas residuales de una empresa industrial de congelados*. Piura : Universidad de Piura, 2019.
- CARLINI, M, S, CASTELLUCI y A, MENUNNI. *Biomasa de jacinto de agua: pretratamiento químico y térmico para aprovechamiento energético en procesos de digestión anaerobia*. Italia : Energy procedia, 2018.
- CARREÑO, U. y GRANADA, C. *Diseño, desarrollo y evaluación de una tecnología de fitorremediación a escala de laboratorio utilizando la Eichhornia Crassipes para el tratamiento aguas contaminadas con cromo*. Manizales : Universidad de Manizales, 2016.
- CARRILLO, V. *Evaluación técnica y ambiental de la eliminación de fosforo en humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales*. Concepción : Universidad de Concepción, 2022.
- CASTAÑEDA, E. *Potencial Fitorremediador de las especies Pistia Stratiotes Y Eichhornia Crassipes en la remoción de cromo hexavalente en solución acuosa*. Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2023.
- CHAVEZ, A., CRISTANCHO, D. y OSPINA, E. *Una alternativa limpia para el tratamiento de las aguas residuales galvánicas: Revisión bibliográfica* . Medellin : Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 2009.

- CHECA, M. *Remoción de contaminantes emergentes en medio acuoso por medio de técnicas de fitorremediación, utilizando las especies vetiver (Chrysopogon zizanioides) y jacinto de agua (Eichhornia crassipes)*. Guayaquil : Escuela Superior Politecnico del Litoral, 2021.
- CORONEL, E. *Eficiencia del Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) y lenteja de agua (Lemna minor) en el tratamiento de aguas residuales de la universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas - Cahachapoyas*. 2015.
- CUBA, J. *Fitorremediación con macrofitas en la remocion de metales pesados en aguas residuales, a nivel de laboratorio*. Lima : Universidad Nacional Federico Villareal, 2021.
- DELGADILLO, A. et al. *Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación*. Ciudad de Mexico : Tropical and subtropical agroecosystems, 2011.
- DOMINGUEZ, H. *Tratamiento y Gestión de Baños Acidos de Decapado*. España : s.n., 2012.
- GAIBOR, N. y JOLLEY, A. *Fitorremediación como alternativa de tratamiento para el agua del estero salado y aplicación de un postratamiento de desinfección*. Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2022.
- GARAY, I. *Eficacia de las macrofitas jacinto y lenteja de agua para dismunuir la concentración del boro, en las aguas minerotermales de la laguna "La Milagrosa"*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- GARCIA, Z. *Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento en el tratamiento de aguas residuales domésticas*. 2012.
- GLASS, DAVID. *U.S. and International Markets for Phytoremediation, 1990-2000*. Needham : s.n., 1999.
- HERNANDEZ, R. y C. MENDOZA. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México : Mc Graw Hill Education, 2018.
- INEI. *Anuario de estadísticas ambientales 2022*. Lima : s.n., 2022.
- JARAMILLO, M. y FLORES, E. *Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (Lenteja de agua), y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actiidad minera*. Cuenca : Universidad Politécnica de Salesiana sede Cuenca, 2012.
- LOPEZ, K y VARGAS, V. *Evaluación de la eficiencia de remoción de Ag⁺, Ni (II) y Cu (II) de aguas residuales del sector galvánico mediante electrocoagulación. Estudio de caso de la empresa soluciones metálicas t derivados S.A.S*. Bogotá : s.n., 2018.

- MALHOTRA, N. K. *Muestreo; diseño y procedimientos*. México : Pearson Educación, Prentice Hall, 2008.
- MARTELO, J. y LARA, J. *Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte*. Medellín : Universidad EAFIT, 2012.
- MENA, C. y EYZAGUIRRE, A. *Efectos de la Eichhornia Crassipes en la remoción de mercurio en efluentes mineros provenientes de la minería artesanal*. Arequipa : Universidad Tecnológica del Perú, 2020.
- MENDOZA, Y., PEREZ, J. y GALINDO, A. *Evaluación del aporte de las plantas acuáticas Pistia stratiotes y Eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales municipales*. Riohacha : Universidad de la Guajira, 2017.
- MERINO, M. *Mecanismos de remoción de materia orgánica y nutrientes en un sistema de tratamiento pasivo de aguas residuales municipales*. Guadalajara : Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de Jalisco, A. C., 2017.
- MEZA, L. *Evaluación de la remoción del Manganeso de aguas superficiales para abastecimiento en zonas rurales utilizando la planta macrófita Eichhornia crassipes (Mart.) Solms- Laubach, conocida como Jacinto de Agua*. Barranquilla : Universidad del Norte, 2022.
- MONTAÑEZ, M., OVIEDO, A. y VARGAS, C. *Estado de arte, del uso de la Eichhornia Crassipes en la fitorremediación de aguas residuales industriales*. Huilla : s.n., 2018.
- MURILLO, A. y MONTAÑEZ, H. *Capacidad fitorremediadora del Schoenoplectus americanus y Eichhornia crassipes sobre la concentración de cianuro en el efluente de la Mina Paltarumi S.A.C., Barranc, 2020*. Huaura : Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2022.
- ÑAUPAS, H. et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá : Ediciones de la U, 2018.
- OEFA. *La fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima : Ministerio del ambiente, 2014.
- ONU. *Agua e industria en la economía verde*. 2015.
- ORTEGA, S. y SÁNCHEZ, D. *Evaluación de la capacidad de remoción de cromo de Eichhornia crassipes Y Azolla sp. con miras a su aplicación como tratamiento complementario de aguas residuales de la industria galvanotécnica*. Bogotá : Universidad de La Salle, 2019.
- PAREDES, J. y ÑIQUE, M. *Optimización de la Fitorremediación de Mercurio en humedales de flujo continuo empleando Eichhornia crassipes "Jacinto de agua"*. Huánuco : Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2015.

- PERAL, J. y DOMENECH, X. *Química ambiental de sistemas terrestres*. Barcelona : Reverté S.A., 2006.
- PERDOMO, A. *La Fitorremediación como estrategia para reducir impactos del mercurio en agua: Un Microproyecto de Educación en Química Verde*. Colombia : Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, 2013.
- POMA, S. *Estimacion de la remocion de cromo, hierro y manganeso mediante un humedal artificial utilizando Eichhornia crassipes*. Lima : Universidad Nacional del Callao, 2015.
- QUISPE, L. et al. *Eficiencia de la especie macrófita Eichhornia crassipes (Jacinto de agua) para la remoción de parámetros fisicoquímicos, metal pesado (Pb) y la evaluación de su crecimiento en función al tiempo y adopción al medio en una laguna experimental*. Lima : Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 2017.
- RAE. *Diccionario de la lengua española*. S.l.: Real academia española Madrid. 2019.
- ROJAS, F. *Evaluación de Eichhornia Crassipes, Lemna Minor y Azolaanabaena para la fitorremediación de las aguas contaminadas del Río Bogotá para su posterior uso como agua de riego en la producción de hortalizas*. Bogotá : Universidad de Manizales, 2021.
- ROJAS, L. y SUYON, E. *Eficiencia de fitorremediación con jacinto de agua (Eichhornia crassipes) para disminuir concentración de arsénico en aguas del centro poblado Cruz del Medano-Morrope-2019*. Chiclayo : Universidad de Lambayeque, 2020.
- TRIVIÑO, J. *Propuesta para un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de galvanizado por inmersión en caliente para García Vega SAS*. Bogotá : Fundación Universidad de América, 2020.
- ULLOA, J. *Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (Lenteja de agua), y Eichhornia Crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad marina*. España : Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2012.
- VANEGAS, M. et al. *Remoción de cinco productos farmacéuticos catalogados como contaminantes emergentes en medio acuoso utilizando la especie vetiver (Chrysopogon zizanioides)*. 2021.
- XU, X. y MILLS, G. Do. *Constructed wetlands remove metals or increase metal bioavailability* Georgia : University of Georgia, 2018.

ANEXOS

Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

APLICACIÓN DEL JACINTO DE AGUA (<i>Eichhornia crassipes</i>) PARA LA REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE Y ZINC EN AGUAS RESIDUALES GALVÁNICAS, LIMA ESTE 2023						
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es la influencia de la aplicación del Jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>) en la remoción de Cromo Hexavalente y Zinc en aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023?	Evaluar la influencia de la aplicación del Jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>) en la remoción de Cromo Hexavalente y Zinc en las aguas residuales galvánicas.	La aplicación del Jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>) removerá de manera eficiente a los metales Cromo hexavalente y Zinc en el tratamiento de aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023.	Aplicación del Jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>)	Condiciones de operación	Tiempo de retención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipo de investigación: Aplicada ✓ Diseño de investigación: Experimental ✓ Población y muestra Población: La población son las industrias metalmecánicas que incluyan el proceso de galvanizado, ubicadas en Lima Este. Muestra: La muestra es una industria metalmecánica que genera aguas residuales galvánicas ubicada en el distrito de Ate Vitarte.
					pH	
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específica	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cómo influye el tiempo de retención del Jacinto de agua en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas? ¿Cuál sería la influencia del pH del Jacinto de agua en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas?	Determinar el tiempo de retención del Jacinto de agua para la remoción de cromo hexavalente y zinc de las aguas residuales galvánicas. Evaluar el pH en el Jacinto de agua para la remoción de cromo hexavalente y zinc de las aguas residuales galvánicas.	El tiempo de retención del Jacinto de agua influirá significativamente en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas. El pH tendrá influencia positiva en la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas.	Remoción de Cromo hexavalente y Zinc de aguas residuales galvánicas	Parámetros fisicoquímicos	SST	
					pH	
					T°	
					Conductividad	
					Metales totales	
					Turbidez	
				Remoción de metales	Cromo	
					Hexavalente	
					Zinc	

Anexo 2: Validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

I.DATOS GENERALES:

1. **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. /Mg: Dr. Miguel Angel de la Cruz Cruz
2. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la FIARN - UNAC
3. **Especialidad del validador:** Lic. Física y Dr. Ing. Ambiental
4. **Nombre del instrumento:**
5. **Título de la investigación:** "Aplicación del Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*) para la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023"
6. **Autor de la investigación:** Ortiz Moreno Jaset y Valeriano Quispe Ruth

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente (0-20%)	Regular (21-40%)	Buena (41-60%)	Muy Buena (61-80%)	Excelente (81-100%)
1	Claridad	Está formulado con lenguaje claro y comprensible					
2	Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y a sus necesidades					
4	Organización	Existe una organización lógica.					
5	Suficiencia	Comprende la metodología esencial					
6	Intencionalidad	Adecuado a la valoración de las variables de la hipótesis					
7	Consistencia	Basados en fundamentos científicos					
8	Coherencia	Existe coherencia entre la hipótesis, sus variables e indicadores					
9	Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño apropiado para probar la hipótesis.					
10	Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación.					
PROMEDIO DE VALIDACIÓN							

II.OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Promedio de valoración: ..18.....

Lugar y fecha: ..Bellavista, 22 de julio de 2023.....


 40319005

 Firma y DNI del experto

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES:

1. **Apellidos y Nombres del validador:** Ph.D. Kelvin Reyes Pinto
2. **Cargo e institución donde labora:** Gerente General Adjunto
3. **Especialidad del validador:** Ingeniería Ambiental, Sitios Contaminados, Rehabilitación de Áreas Degradadas
4. **Nombre del instrumento:** Ficha de recolección de datos experimentales
5. **Título de la investigación:** "Aplicación del Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*) para la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023"
6. **Autor de la investigación:** Ortiz Moreno Jaset y Valeriano Quispe Ruth

Marcar con X:

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente (0-20%)	Regular (21-40%)	Buena (41-60%)	Muy Buena (61-80%)	Excelente (81-100%)
1	Claridad	Está formulado con lenguaje claro y comprensible				X	
2	Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y a sus necesidades				X	
4	Organización	Existe una organización lógica.				X	
5	Suficiencia	Comprende la metodología esencial				X	
6	Intencionalidad	Adecuado a la valoración de las variables de la hipótesis					X
7	Consistencia	Basados en fundamentos científicos				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre la hipótesis, sus variables e indicadores				X	
9	Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño apropiado para probar la hipótesis.				X	
10	Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación.				X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						X	

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Promedio de valoración: Muy Bueno.....

Lugar y fecha: Lima, Surco, 31-07-2023.....



.....
Ing. Kelvin Reyes Pinto Mg.Sc. Ph.D.
DNI N° 10491209

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

1. **Apellidos y Nombres del validador:** Avelino Carhuaricra Carmen Gilda:
2. **Cargo e institución donde labora:** Docente investigador FIQ-UNAC
3. **Especialidad del validador:** Dra. Ingeniería Ambiental
4. **Nombre del instrumento:** Ficha de recolección de datos experimentales
5. **Título de la investigación:** "Aplicación del Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*) para la remoción de cromo hexavalente y zinc en aguas residuales galvánicas, Lima Este 2023"
6. **Autor de la investigación:** Ortiz Moreno Jaset y Valeriano Quispe Ruth

Marcar con X:

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente (0-20%)	Regular (21-40%)	Buena (41-60%)	Muy Buena (61-80%)	Excelente (81-100%)
1	Claridad	Está formulado con lenguaje claro y comprensible				X	
2	Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.				X	
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y a sus necesidades				X	
4	Organización	Existe una organización lógica.				X	
5	Suficiencia	Comprende la metodología esencial				X	
6	Intencionalidad	Adecuado a la valoración de las variables de la hipótesis				X	
7	Consistencia	Basados en fundamentos científicos				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre la hipótesis, sus variables e indicadores				X	
9	Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño apropiado para probar la hipótesis.				X	
10	Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación.				X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						MUY BUENO	

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Promedio de valoración:18.....

Lugar y fecha: 24 de julio de 2023.....



DNI: 07287720

Anexo 3 Formato de recolección de datos

REGISTRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS EXPERIMENTALES									
Lugar:					Descripción adicional:				
Provincia:									
Distrito:									
N° de ítem	Fecha de muestreo	[] Cromo hexavalente inicial	[] Zinc inicial	pH de trabajo	Tiempo de retención (días)	Muestra 1: Antes de la PTAR		Muestra 2: Después de la PTAR	
						Remoción cromo hexavalente	Remoción de Zinc	Remoción cromo hexavalente	Remoción de Zinc
				X₁	X₂	Y₁	Z₁	Y₂	Z₂
1				A1	B1	.....	.....	.....	.....
2				A1	B2	.....	.....	.....	.....
3				A1	B3	.....	.....	.....	.....
4				A2	B1	.....	.....	.....	.....
5				A2	B2	.....	.....	.....	.....
6				A2	B3	.....	.....	.....	.....
7				A3	B1	.....	.....	.....	.....
8				A3	B2	.....	.....	.....	.....
9				A3	B3	.....	.....	.....	.....

A1 = pH 5 B1 = 5 días
A2 = pH 7 B2 = 10 días
A3 = pH 9 B3 = 15 días

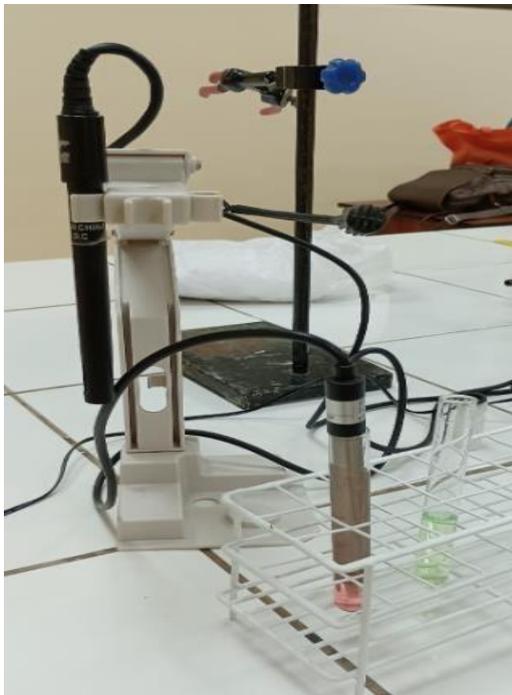
Anexo 4: Base de datos

	Tratamiento	Tiempo (días)	pH trabajo	pH final	Conductividad (us/cm)	Turbidez NTU	TSS (mg/L)	Cromo Hexavalente inicial (mg/L)	Zinc inicial (mg/L)	Cromo Hexavalente final (mg/L)	Zinc final (mg/L)	% Cromo Hexavalente removido	% Zinc removido
1: Muestra antes de la PTAR	1	5	5	6.0	4030	83.3	65	121.56	51.52	101.47	34.69	16.53	32.67
	2	10	5	6.1	4370	42.4	80	121.56	51.52	85.99	30.31	29.26	41.16
	3	15	5	6.9	3190	43.4	185	121.56	51.52	85.22	27.94	29.90	45.77
	4	5	7	7.9	3450	182.0	145	121.56	51.52	116.69	5.43	4.00	89.46
	5	10	7	7.7	3740	128.0	171	121.56	51.52	81.66	4.06	32.82	92.13
	6	15	7	7.9	2853	122.3	195	121.56	51.52	81.10	3.96	33.28	92.31
	7	5	9	8.1	3650	110.0	128	121.56	51.52	104.05	2.88	14.40	94.41
	8	10	9	7.8	4020	82.4	173	121.56	51.52	83.73	1.11	31.12	97.84
	9	15	9	7.2	2871	57.0	159	121.56	51.52	82.69	0.97	31.98	98.12
2: Muestra después de la PTAR	1	5	5	7.1	6780	87.6	19	2.67	1.40	0.44	0.88	83.45	37.23
	2	10	5	7.0	7450	37.7	69	2.67	1.40	0.19	0.74	92.85	47.29
	3	15	5	7.2	5280	18.1	94	2.67	1.40	0.10	0.42	96.44	69.78
	4	5	7	7.1	6740	62.3	45	2.67	1.40	1.46	0.87	45.17	37.84
	5	10	7	7.4	6980	24.2	55	2.67	1.40	1.44	0.56	46.25	60.08
	6	15	7	7.8	5070	20.3	40	2.67	1.40	0.74	0.36	72.43	74.16
	7	5	9	7.6	6780	47.8	42	2.67	1.40	1.79	0.40	33.07	71.23
	8	10	9	7.6	7200	38.7	85	2.67	1.40	1.47	0.40	44.98	71.46
	9	15	9	7.8	5180	21.57	73	2.67	1.40	0.58	0.28	78.28	79.87

Anexo 5: Obtención de las aguas galvánicas



Anexo 6: Calibración del pH metro



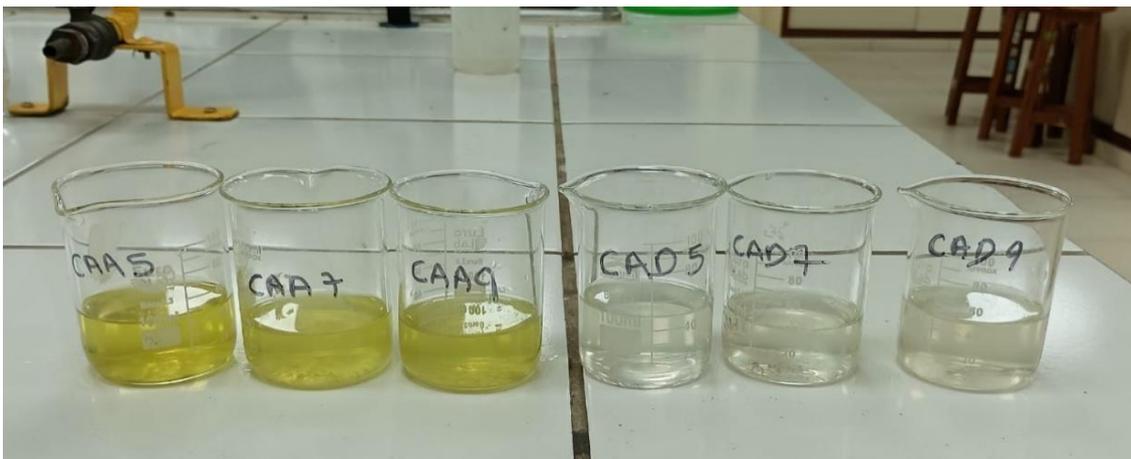
Anexo 7: Acondicionamiento de las aguas galvánicas en laboratorio

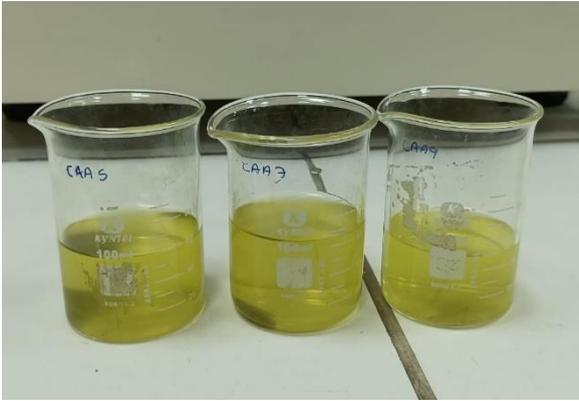


Anexo 8: Obtención e instalación de las macrófitas



Anexo 9: Monitoreo periódico





Anexo 10: Informe caracterización de muestras



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-9017

N° Id.: 0000077205

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : RUTH VALERIANO QUISPE
2.-DIRECCIÓN : AVENIDA ALAMEDA 1 NUMERO 130 CONDOMINIO VILLAMAR
3.-PROYECTO : ANALISIS FISICOQUIMICO COMPLETO DE AGUA
4.-PROCEDENCIA : ATE VITARTE
5.-SOLICITANTE : RUTH VALERIANO QUISPE
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000002126-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-05-29

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2023-05-19
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2023-05-19 al 2023-05-29

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento solo estan relacionados con los items ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11688
III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

N° Id.: 0000079876

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Cromo Hexavalente ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 24th Ed. 2022.	Chromium. Colorimetric Method
Metales Totales ICPDES ⁽²⁾	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4., 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2018.	Dissolved Metals: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, SiO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, V, Zn, Hg. Validated: U, Bi. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

⁽¹⁾EPA : U. S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemicals Analysis

⁽²⁾SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

 **SEDE PRINCIPAL**
 Av. Guardia Chalaca N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0756
 Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

 **SEDE ZARUMILLA**
 Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

 **SEDE AREQUIPA**
 COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 616 843
 Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

 **SEDE PIURA**
 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 335
 Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág 2 de 4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-9017

N° Id.: 0000077205

IV. RESULTADOS

ITEM				1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-25058	M-23-25059
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PA01	PA02
COORDENADAS:				NO APLICA	NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO :				18-05-2023 17:00	18-05-2023 17:10
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0,004	0,010	121,560	2,667
Metales Totales ICPOES					
Aluminio (*)	mg/L	0,005	0,020	18,460	0,442
Antimonio (*)	mg/L	0,002	0,006	1,238	<0,006
Arsénico (*)	mg/L	0,002	0,008	<0,008	<0,008
Bario (*)	mg/L	0,0002	0,0010	3,8578	0,4843
Berilio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010
Bismuto (*)	mg/L	0,009	0,030	<0,030	<0,030
Boro (*)	mg/L	0,002	0,008	15,603	15,611
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004
Calcio (*)	mg/L	0,002	0,006	119,289	351,088
Cerio (*)	mg/L	0,02	0,07	<0,07	<0,07
Cobalto (*)	mg/L	0,002	0,007	<0,007	<0,007
Cobro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	50,9344	17,9126
Cromo (*)	mg/L	0,0002	0,0008	110,8177	2,8129
Estañio (*)	mg/L	0,001	0,003	<0,003	<0,003
Estroncio (*)	mg/L	0,00004	0,00010	0,94920	1,26430
Fosforo (*)	mg/L	0,01	0,04	75,13	10,19
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,004	40,722	0,131
Litio (*)	mg/L	0,0003	0,0009	0,1604	0,5052
Magnesio (*)	mg/L	0,005	0,020	12,334	9,471
Manganeso (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,3569	0,1863
Mercurio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno (*)	mg/L	0,0006	0,0020	0,1406	0,0728
Niquel (*)	mg/L	0,0003	0,0010	119,8480	46,1441
Plata (*)	mg/L	0,002	0,007	27,750	10,340
Plomo (*)	mg/L	0,002	0,006	1,626	<0,006
Potasio (*)	mg/L	0,04	0,10	78,39	90,37
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,005	<0,005	<0,005

Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<" - Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<" - Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-9017

N° Id.: 0000077205

ITEM	1	2
CODIGO DE LABORATORIO	M-23-25058	M-23-25059
CODIGO DEL CLIENTE:	PA01	PA02
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA
UTM WGS 84:	NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO:	18-05-2023 17:00	18-05-2023 17:10

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Sodio (*)	mg/L	0,004	0,010	532,668	707,665
Silíce (*)	mg/L	0,001	0,004	47,593	4,732
Taño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010
Titanio (*)	mg/L	0,0007	0,0020	0,1374	<0,0020
Uranio (*)	mg/L	0,005	0,020	<0,020	<0,020
Vanadio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	<0,0007	<0,0007
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0004	51,5177	1,3951
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,017	-	-

- Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
 (*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Limite de cuantificación del método, "<" - Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Limite de detección del método, "<" - Menor que el L.D.M.

**): No ensayado

IV.OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 10: Informe del primer análisis de muestras



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10696

N° Id.: 0000078884

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: RUTH VALERIANO QUISPE
2.-DIRECCIÓN	: AVENIDA ALAMEDA 1 NUMERO 130 CONDOMINIO VILLAMAR
3.-PROYECTO	: ANALISIS FISICOQUIMICO DEL AGUA
4.-PROCEDENCIA	: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
5.-SOLICITANTE	: RUTH VALERIANO QUISPE
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 000002589-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-06-16

II. DATOS DE ITEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 6
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-06-09
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-06-09 al 2023-06-16

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chálica N° 1877,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 616 843
Cel.: 932 648 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Tel.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 1 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10696

N° Id.: 000078604

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Cromo Hexavalente <input type="checkbox"/>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 24th Ed. 2002.	Chromium. Colorimetric Method
Metales Totales ICPDES <input type="checkbox"/>	EPA METHOD 200.7 Rev.4.4. 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2018.	Dissolved Metals: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Tl, V, Zn, Hg. Validated: U. B. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

EPA : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

El Ensayo indicado no ha sido acreditado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chaleca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0758
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. 02 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 816 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

pag. 2 de 5

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10696

N° Id.: 0000078884

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-32883	M-23-32884	M-23-32885	M-23-32886			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CAA6	CAA7	CAA8	CAD6			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WCS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	08-06-2023 06:30	08-06-2023 06:30	08-06-2023 06:30	08-06-2023 06:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0.004	0.010	101,471	116,692	104,061	0,442
Metales Totales ICPOES							
Aluminio (*)	mg/L	0.005	0.020	4,398	1,408	0,627	0,072
Antimonio (*)	mg/L	0.002	0.006	2,021	2,038	1,968	<0.006
Arsenico (*)	mg/L	0.002	0.008	0,162	0,173	0,159	<0.008
Bario (*)	mg/L	0.0002	0.0010	1,1153	0,4257	0,1755	0,5523
Berilio (*)	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Bismuto (*)	mg/L	0.009	0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030
Boro (*)	mg/L	0.002	0.008	16,480	16,322	16,514	16,451
Cadmio (*)	mg/L	0.0001	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Calcio (*)	mg/L	0.002	0.006	113,964	80,378	76,641	357,440
Carbono (*)	mg/L	0.02	0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Cobalto (*)	mg/L	0.002	0.007	0,059	0,058	0,060	0,017
Cobro (*)	mg/L	0.0003	0.0010	21,1573	20,9845	21,9097	13,6886
Cromo (*)	mg/L	0.0002	0.0008	90,3484	90,9771	89,9811	1,8391
Estano (*)	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Estroncio (*)	mg/L	0.00004	0.00010	0,84280	0,53860	0,52420	1,42710
Fosforo (*)	mg/L	0.01	0.04	30,66	15,57	14,03	6,40
Hierro (*)	mg/L	0.001	0.004	5,360	2,493	1,262	0,064
Litio (*)	mg/L	0.0003	0.0009	0,5202	0,5133	0,6378	1,0870
Magnesio (*)	mg/L	0.005	0.020	16,159	14,212	14,267	16,115
Manganeso (*)	mg/L	0.0001	0.0002	1,9575	0,4065	0,1229	5,2313
Mercurio (*)	mg/L	0.0001	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Niobio (*)	mg/L	0.0006	0.0020	0,1116	0,1514	0,1472	0,0824
Niquel (*)	mg/L	0.0003	0.0010	47,8852	40,8236	55,7749	41,7012

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<" Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0836
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 816 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Tel.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 3 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10696

N° Id.: 0000078884

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-32883	M-23-32884	M-23-32885	M-23-32886			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CAAs	CAAs	CAAs	CAAs			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WGS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO:	08-06-2023 06:30	08-06-2023 06:30	08-06-2023 06:30	08-06-2023 06:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Plata (*)	mg/L	0.002	0.007	11.980	10.150	13.900	10.480
Plomo (*)	mg/L	0.002	0.006	0.072	0.087	0.038	<0.006
Potasio (*)	mg/L	0.04	0.10	101.71	113.67	114.80	128.45
Selenio (*)	mg/L	0.001	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Sodio (*)	mg/L	0.004	0.010	726.012	711.138	777.460	1 134.276
Silico (*)	mg/L	0.001	0.004	44.461	36.499	32.384	6.303
Talio (*)	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Titanio (*)	mg/L	0.0007	0.0020	0.0426	0.0479	0.0449	<0.0020
Uranio (*)	mg/L	0.005	0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Vanadio (*)	mg/L	0.0002	0.0007	0.0811	0.0809	0.0813	<0.0007
Zinc (*)	mg/L	0.0001	0.0004	34.6901	5.4304	2.8779	0.8757
Azufre (*)	mg/L	0.006	0.017	-	-	-	-

☐ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

☐ pag1. El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
-: No ensayado

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10696

N° Id.: 000078884

ITEM				5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-32887	M-23-32888
CÓDIGO DEL CLIENTE:				CAD7	CAD6
COORDENADAS:				NO APLICA	NO APLICA
UTM WCS 64:				NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO :				08-06-2023 06:30	08-06-2023 06:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0.004	0.010	1.464	1.787
Metales Totales ICPOES					
Aluminio (*)	mg/L	0.005	0.020	0.056	<0.020
Antimonio (*)	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Arsenico (*)	mg/L	0.002	0.008	<0.008	<0.008
Bario (*)	mg/L	0.0002	0.0010	0.4750	0.4312
Berilio (*)	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010
Bismuto (*)	mg/L	0.009	0.030	<0.030	<0.030
Boro (*)	mg/L	0.002	0.008	16.917	16.826
Cadmio (*)	mg/L	0.0001	0.0004	<0.0004	<0.0004
Calcio (*)	mg/L	0.002	0.006	356.439	313.959
Cerio (*)	mg/L	0.02	0.07	<0.07	<0.07
Cobalto (*)	mg/L	0.002	0.007	0.014	0.015
Cobro (*)	mg/L	0.0003	0.0010	12.4589	11.5004
Cromo (*)	mg/L	0.0002	0.0008	2.8784	2.6971
Estano (*)	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Estroncio (*)	mg/L	0.0004	0.0010	1.36880	1.32120
Fosforo (*)	mg/L	0.01	0.04	5.74	5.33
Hierro (*)	mg/L	0.001	0.004	0.070	0.040
Litio (*)	mg/L	0.0003	0.0009	1.0965	1.2364
Magnesio (*)	mg/L	0.005	0.020	15.222	16.183
Manganeso (*)	mg/L	0.0001	0.0002	1.7061	0.4111
Mercurio (*)	mg/L	0.0001	0.0002	<0.0002	<0.0002
Molibdeno (*)	mg/L	0.0006	0.0020	0.0903	0.0844
Niquel (*)	mg/L	0.0003	0.0010	46.8703	43.6873

* Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 816 843
Cel.: 832 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 5 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-10696

N° Id.: 000078884

ITEM	5		6		
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-32887		M-23-32888		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CAD7		CAD6		
COORDENADAS:	NO APLICA		NO APLICA		
UTM WGS 84:	NO APLICA		NO APLICA		
PRODUCTO:	Agua Residual		Agua Residual		
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial		Agua Residual Industrial		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	08-06-2023 06:30		08-06-2023 06:30		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Plata (*)	mg/l	0.002	0.007	11.760	10.870
Plomo (*)	mg/l	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Potasio (*)	mg/l	0.04	0.10	128.37	141.80
Selenio (*)	mg/l	0.001	0.005	<0.005	<0.005
Sodio (*)	mg/l	0.004	0.010	1 131.944	1 131.944
Silicio (*)	mg/l	0.001	0.004	7.482	6.966
Talio (*)	mg/l	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010
Titanio (*)	mg/l	0.0007	0.0020	<0.0020	<0.0020
Uranio (*)	mg/l	0.005	0.020	<0.020	<0.020
Vanadio (*)	mg/l	0.0002	0.0007	<0.0007	<0.0007
Zinc (*)	mg/l	0.0001	0.0004	0.8671	0.4014
Azufre (*)	mg/l	0.006	0.017	-	-

☐ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

☐ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<" Menor que el L.D.M.

*: No ensayado

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 11: Informe del segundo monitoreo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11218

N° ID: 000079406

I. DATOS DEL SERVICIO

1. RAZON SOCIAL	- RUTH VALERIANO QUISPE
2. DIRECCIÓN	- AVENIDA ALAMEDA 1 NUMERO 130 CONDOMINIO VILLAMAR
3. PROYECTO	- ANALISIS FISICOQUIMICO COMPLETO DE AGUA
4. PROCEDENCIA	- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
5. SOLICITANTE	- RUTH VALERIANO QUISPE
6. ORDEN DE SERVICIO N°	- 000002671-2023-0000
7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	- NO APLICA
8. MUESTREO POR	- MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	- 2023-06-30

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1. PRODUCTO	- Agua Residual
2. NÚMERO DE MUESTRAS	- 6
3. FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	- 2023-06-14
4. PERIODO DE ENSAYO	- 2023-06-14 al 2023-06-30

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituya delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chasca N° 1877,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 816 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Cesillo - Piura
Tel.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

pg. 1 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11218

N° Id.: 002079400

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Cromo Hexavalente ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 24th Ed. 2002	Chromium, Colorimetric Method
Metales Totales ICPOES ²	EPA METHOD 200.7 Rev.4.4, 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2016	Dissolved Metals: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, V, Zn, Hg. Validated: U. Bi. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

¹EPA³ : U. S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemicals Analysis

²SMEWW⁴ : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

³ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁴ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11218

N° Id.: 0000079406

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-34780	M-23-34781	M-23-34782	M-23-34783
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CAA 05	CAA 07	CAA 09	CAA 05
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
UTM WGS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Cromo Hexavalente (*)	mg/l	0.004	0.010	85.993
Metales Totales ICPOES				
Aluminio (*)	mg/l	0.005	0.020	4.348
Antimonio (*)	mg/l	0.002	0.006	2.100
Arsenico (*)	mg/l	0.002	0.008	0.212
Bario (*)	mg/l	0.0002	0.0010	1.9431
Borilo (*)	mg/l	0.0003	0.0010	<0.0010
Bismuto (*)	mg/l	0.009	0.030	<0.030
Boro (*)	mg/l	0.002	0.008	16.324
Cadmio (*)	mg/l	0.0001	0.0004	<0.0004
Calcio (*)	mg/l	0.002	0.006	122.077
Carbono (*)	mg/l	0.02	0.07	<0.07
Cobalto (*)	mg/l	0.002	0.007	0.059
Cobro (*)	mg/l	0.0003	0.0010	23.8920
Cromo (*)	mg/l	0.0002	0.0006	87.3696
Estano (*)	mg/l	0.001	0.003	<0.003
Estroncio (*)	mg/l	0.00004	0.00010	0.92400
Fosforo (*)	mg/l	0.01	0.04	33.61
Hierro (*)	mg/l	0.001	0.004	6.516
Litio (*)	mg/l	0.0003	0.0009	0.2117
Magnesio (*)	mg/l	0.005	0.020	20.293
Manganeso (*)	mg/l	0.0001	0.0002	2.1712
Mercurio (*)	mg/l	0.0001	0.0002	<0.0002
Molibdeno (*)	mg/l	0.0006	0.0020	0.1332
Niquel (*)	mg/l	0.0003	0.0010	46.1776
Plata (*)	mg/l	0.002	0.007	10.939
Plomo (*)	mg/l	0.002	0.006	0.164
Potasio (*)	mg/l	0.04	0.10	138.91
Selenio (*)	mg/l	0.001	0.005	<0.005

*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
L.C.M.: Límite de cuantificación del método. "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chaleca N° 1877,
Bellevista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellevista - Callao
Telf.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

pag. 3 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11218

N° Id.: 0020079406

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-34780	M-23-34781	M-23-34782	M-23-34783			
CÓDIGO DEL CUENTE:	CAA 05	CAA 07	CAA 09	CAD 05			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WCS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO:	13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Sodio (*)	mg/L	0.004	0.010	586.177	570.414	587.809	781.167
Silicio (*)	mg/L	0.001	0.004	47.282	34.826	10.935	7.715
Talio (*)	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Titanio (*)	mg/L	0.0007	0.0020	0.0554	0.0520	0.0459	<0.0020
Uranio (*)	mg/L	0.005	0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Vanadio (*)	mg/L	0.0002	0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
Zinc (*)	mg/L	0.0001	0.0004	30.3127	4.0562	1.1128	0.7353
Azufre (*)	mg/L	0.006	0.017	-	-	-	-

☐ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

☐ pag. El Ensayo Indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<" Menor que el L.D.M.

-: No ensayado

📍 SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0755
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 713 0836
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 816 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Tel.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

pag. 4 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11218

N° Id.: 000079406

ITEM				5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-23-34784	M-23-34785
CÓDIGO DEL CUENTE:				CAD 07	CAD 09
COORDENADAS:				NO APLICA	NO APLICA
UTM/WGS 84:				NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO :				13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Cromo Hexavalente (*)	mg/l.	0.004	0.010	1.435	1.469
Metales Totales ICPOES					
Aluminio (*)	mg/l.	0.005	0.020	0.110	0.118
Antimonio (*)	mg/l.	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Arsenico (*)	mg/l.	0.002	0.008	<0.008	<0.008
Bario (*)	mg/l.	0.0002	0.0010	0.4224	0.3716
Berilio (*)	mg/l.	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010
Bismuto (*)	mg/l.	0.009	0.030	<0.030	<0.030
Boro (*)	mg/l.	0.002	0.008	16.276	15.634
Cadmio (*)	mg/l.	0.0001	0.0004	<0.0004	<0.0004
Calcio (*)	mg/l.	0.002	0.006	375.770	321.466
Cerio (*)	mg/l.	0.02	0.07	<0.07	<0.07
Cobalto (*)	mg/l.	0.002	0.007	0.015	0.014
Cobro (*)	mg/l.	0.0003	0.0010	7.6762	7.2271
Cromo (*)	mg/l.	0.0002	0.0006	2.5049	2.1719
Estano (*)	mg/l.	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Estroncio (*)	mg/l.	0.00004	0.00010	1.69930	1.65580
Fosforo (*)	mg/l.	0.01	0.04	5.09	4.90
Hierro (*)	mg/l.	0.001	0.004	0.305	0.285
Litio (*)	mg/l.	0.0003	0.0009	0.6342	0.6449
Magnesio (*)	mg/l.	0.005	0.020	22.194	25.235
Manganeso (*)	mg/l.	0.0001	0.0002	1.0400	0.6626
Mercurio (*)	mg/l.	0.0001	0.0002	<0.0002	<0.0002
Molibdeno (*)	mg/l.	0.0006	0.0020	0.0671	0.0645
Niquel (*)	mg/l.	0.0003	0.0010	41.3384	34.5212
Plata (*)	mg/l.	0.002	0.007	9.290	7.712
Plomo (*)	mg/l.	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Potasio (*)	mg/l.	0.04	0.10	176.48	198.85
Selenio (*)	mg/l.	0.001	0.005	<0.005	<0.005

Los resultados obtenidos corresponden a metales que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método. "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chaleca N° 1877,
Bellavista - Callao
Tel.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Tel.: (+01) 713 0536
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Tel.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 5 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11218

N° Id.: 000079400

ITEM	S	B			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-34784	M-23-34785			
CÓDIGO DEL CUENTE	CA0 a7	CA0 a9			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WCS 64:	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	13-06-2023 18:00	13-06-2023 18:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Sodio (*)	mg/L	0.004	0.010	790.333	790.255
Silico (*)	mg/L	0.001	0.004	9.015	8.534
Talio (*)	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010
Titanio (*)	mg/L	0.0007	0.0020	<0.0020	<0.0020
Uranio (*)	mg/L	0.003	0.020	<0.020	<0.020
Vanadio (*)	mg/L	0.0002	0.0007	<0.0007	<0.0007
Zinc (*)	mg/L	0.0001	0.0004	0.5569	0.3961
Azufre (*)	mg/L	0.006	0.017	-	-

Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

El Ensayo indicado no ha sido acreditado.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

": No ensayado.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 12: Informe del tercer monitoreo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11688

N° Id.: 000079876

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: RUTH VALERIANO QUISPE
2.-DIRECCIÓN	: AVENIDA ALAMEDA 1 NUMERO 130 CONDOMINIO VILLAMAR
3.-PROYECTO	: ANALISIS FISICOQUIMICO COMPLETO DE AGUA
4.-PROCEDENCIA	: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
5.-SOLICITANTE	: RUTH VALERIANO QUISPE
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000002810-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-06-30

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 6
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-06-20
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-06-20 al 2023-06-30

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento solo estan relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pag. 1 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11688

N° Id.: 0000079876

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Cromo Hexavalente ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 24th Ed. 2022.	Chromium. Colorimetric Method
Metales Totales ICPOES ¹	EPA METHOD 200.7 Rev.4.4., 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2018.	Dissolved Metals: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, V, Zn, Hg, Validated: U, Bi. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

¹EPA¹ : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

²SMEWW² : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

¹ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² El Ensayo indicado no ha sido acreditado

📍 **SEDE PRINCIPAL**
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE AREQUIPA**
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pag. 2 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11688

N° Id.: 0000079876

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-36322	M-23-36323	M-23-36324	M-23-36325			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CAAS	CAA7	CAA9	CAD5			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WGS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	19-06-2023 18:15	19-06-2023 18:15	19-06-2023 18:20	19-06-2023 18:20			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0.004	0.010	85.219	81.091	82.639	0.104
Metales Totales ICPOES							
Aluminio (*)	mg/L	0.005	0.020	6.811	2.628	0.990	0.124
Antimonio (*)	mg/L	0.002	0.006	1.992	1.952	1.940	<0.006
Arsénico (*)	mg/L	0.002	0.008	0.191	0.196	0.198	<0.008
Bario (*)	mg/L	0.0002	0.0010	3.0559	2.5524	1.1955	0.5628
Berilio (*)	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Bismuto (*)	mg/L	0.009	0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030
Boro (*)	mg/L	0.002	0.008	15.726	16.058	15.967	16.462
Cadmio (*)	mg/L	0.0001	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Calcio (*)	mg/L	0.002	0.006	130.337	98.843	91.955	415.692
Cerio (*)	mg/L	0.02	0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Cobalto (*)	mg/L	0.002	0.007	0.052	0.045	0.047	0.011
Cobre (*)	mg/L	0.0003	0.0010	24.2646	15.0732	12.0170	6.9425
Cromo (*)	mg/L	0.0002	0.0008	85.5245	85.7849	85.3016	1.3549
Estano (*)	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Estroncio (*)	mg/L	0.00004	0.00010	0.94700	0.73650	0.66990	1.86010
Fosforo (*)	mg/L	0.01	0.04	32.78	17.36	12.41	4.67
Hierro (*)	mg/L	0.001	0.004	13.605	5.974	2.102	0.276
Litio (*)	mg/L	0.0003	0.0009	0.2223	0.2305	0.2294	0.6556
Magnesio (*)	mg/L	0.005	0.020	23.565	22.839	21.801	30.176
Manganeso (*)	mg/L	0.0001	0.0002	2.0866	0.3373	0.1308	4.2557
Mercurio (*)	mg/L	0.0001	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Molibdeno (*)	mg/L	0.0006	0.0020	0.1289	0.1547	0.1445	0.0738
Níquel (*)	mg/L	0.0003	0.0010	60.0939	24.6066	28.7040	30.1292
Plata (*)	mg/L	0.002	0.007	13.580	5.404	6.389	6.721
Plomo (*)	mg/L	0.002	0.006	0.529	0.207	0.053	<0.006
Potasio (*)	mg/L	0.04	0.10	165.90	190.43	208.60	257.83
Selenio (*)	mg/L	0.001	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

⚠ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<-" Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<-" Menor que el L.D.M.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11688

N° Id.: 000079876

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-36322	M-23-36323	M-23-36324	M-23-36325			
CODIGO DEL CLIENTE:	CAAS	CAA7	CAA9	CAD5			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WCS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO:	19-06-2023 18:15	19-06-2023 18:15	19-06-2023 18:20	19-06-2023 18:20			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Sodio (*)	mg/L	0.004	0.010	549,766	560,898	612,290	743,015
Silice (*)	mg/L	0.001	0.004	46,801	34,105	33,275	10,003
Talco (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Titanio (*)	mg/L	0,0007	0,0020	0,0597	0,0385	0,0142	<0,0020
Uranio (*)	mg/L	0,005	0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Vanadio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0004	27,9440	3,9615	0,9721	0,4215
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,017	-	-	-	-

⚠ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

☐ pag1. El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método. *<- Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método. *<- Menor que el L.D.M.

** : No ensayado

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11688

N° Id.: 000079876

ITEM	5		6		
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-36326		M-23-36327		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CAD7		CAD9		
COORDENADAS:	NO APLICA		NO APLICA		
UTM WCS 84:	NO APLICA		NO APLICA		
PRODUCTO:	Agua Residual		Agua Residual		
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial		Agua Residual Industrial		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	19-06-2023 18:25		19-06-2023 18:25		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0.004	0.010	0,736	0,577
Metales Totales ICPOES					
Aluminio (*)	mg/L	0.005	0.020	0,058	0,089
Antimonio (*)	mg/L	0.002	0.005	<0,005	<0,005
Arsénico (*)	mg/L	0.002	0.008	<0,008	<0,008
Bario (*)	mg/L	0.0002	0.0010	0,3916	0,3514
Berilio (*)	mg/L	0,0003	0.0010	<0,0010	<0,0010
Bismuto (*)	mg/L	0.009	0.030	<0,030	<0,030
Boro (*)	mg/L	0.002	0.008	15,828	15,778
Cadmio (*)	mg/L	0.0001	0.0004	<0,0004	<0,0004
Calcio (*)	mg/L	0.002	0.005	397,978	344,030
Cerio (*)	mg/L	0.02	0.07	<0,07	<0,07
Cobalto (*)	mg/L	0.002	0.007	0,013	0,011
Cobre (*)	mg/L	0.0003	0.0010	5,8670	5,1115
Cromo (*)	mg/L	0,0002	0.0008	2,1179	1,5353
Estano (*)	mg/L	0.001	0.003	<0,003	<0,003
Estroncio (*)	mg/L	0,00004	0.00010	1,84390	1,73650
Fósforo (*)	mg/L	0.01	0.04	4,12	3,90
Hierro (*)	mg/L	0.001	0.004	0,257	0,262
Litio (*)	mg/L	0.0003	0.0009	0,6287	0,6298
Magnesio (*)	mg/L	0.005	0.020	31,364	32,353
Manganeso (*)	mg/L	0.0001	0.0002	1,2597	0,7189
Mercurio (*)	mg/L	0.0001	0.0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno (*)	mg/L	0.0006	0.0020	0,0788	0,0779
Níquel (*)	mg/L	0.0003	0.0010	35,4795	29,2079
Plata (*)	mg/L	0.002	0.007	7,882	6,408
Plomo (*)	mg/L	0.002	0.005	<0,005	<0,005
Potasio (*)	mg/L	0.04	0.10	231,81	232,92
Selenio (*)	mg/L	0.001	0.005	<0,005	<0,005

¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 816 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pag. 5 de 6

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-11688

N° Id.: 0000079876

ITEM				5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-23-36326	M-23-36327
CÓDIGO DEL CLIENTE:				CAD7	CAD9
COORDENADAS:				NO APLICA	NO APLICA
UTM WCS 84:				NO APLICA	NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Residual	Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA	
FECHA y HORA DE MUESTREO:				19-06-2023 18:25	19-06-2023 18:25
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Sodio (*)	mg/L	0.004	0.010	785.326	734.544
Silice (*)	mg/L	0.001	0.004	11.274	10.343
Talio (*)	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0010	<0.0010
Titanio (*)	mg/L	0.0007	0.0020	<0.0020	<0.0020
Uranio (*)	mg/L	0.005	0.020	<0.020	<0.020
Vanadio (*)	mg/L	0.0002	0.0007	<0.0007	<0.0007
Zinc (*)	mg/L	0.0001	0.0004	0.3605	0.2808
Azufre (**)	mg/L	0.006	0.017	-	-

† Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

□ El Ensayo indicado no ha sido acreditado.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método. "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.D.M.

*: No ensayado

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 13: Cadenas de custodia

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: FOP-1.42 R: 01 E: 2020-Feb-13						
Datos del cliente Razón Social: Ruth Valeriano Quispe Persona de contacto: Ruth Valeriano Correo / Teléfono: rvalery9@gmail.com Nombre del proyecto: Análisis fisicoquímico del agua												Orden de servicio: OS-2023-2126 Pág. 1 de 1 Plan de Monitoreo: Informe de ensayo: IE-13-0074 IIC-23-52620 Procedencia o lugar de muestreo: ATE VITARIE						
Preservación																		
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frascos		PARAMETROS DE ENSAYO					PARAMETRO IN SITU		OBSERVACIONES		
				Grupo	Sub-grupo		V	P	Habla Total	SS	Omnocul	Conduct.	PH	Turbid.	T° Mtra (°C)		pH (medida de pH)	CE (medida de pH)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)
1	CA-01	25053	F: 18/05/23 H: 5:00pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X	X	X	X						
2	CA-02	25054	F: 18/05/23 H: 5:10pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X	X	X	X						
3			F: H:			N: E:												
4			F: H:			N: E:												
5			F: H:			N: E:												
6			F: H:			N: E:												
7			F: H:			N: E:												
8			F: H:			N: E:												

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda
 F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra
 H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente
 CE: Conductividad Eléctrica OD: Oligo de Oligo

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB-GRUPO
AR: Agua Industrial	SUBSERVICIO (Mercurio + Term)
AR: Agua Industrial	COMERCIA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AR: Agua para uso y Consumo humano	REDONDA Y LAGUNA ARTIFICIAL
AR: Agua Salina	REDONDA (Piscina, Mesa, Evaporar)
AR: Agua de Proceso	WAF - ESCOMBROS - SALINIDAD
	AGUA INYECTORA Y REINYECCION
	DESCUADRONADO DE CALDERAS - AGUA DE CALDERAS
	ALBERTOS DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO
	AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECTORA Y REINYECCION

Observaciones / Comentarios
 Muestreado por: ALAB Cliente

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: FOP-1.42 R: 01 E: 2020-Feb-13						
Datos del cliente Razón Social: Ruth Valeriano Quispe Persona de contacto: Ruth Valeriano Correo / Teléfono: rvalery9@gmail.com / 937 283386 Nombre del proyecto: Análisis fisicoquímico del agua												Orden de servicio: OS-2023-2589 Pág. 1 de 1 Plan de Monitoreo: Informe de ensayo: IE-13-0096 IIC-23-54384 Procedencia o lugar de muestreo: Universidad Nacional de Callao						
Preservación																		
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frascos		PARAMETROS DE ENSAYO					PARAMETRO IN SITU		OBSERVACIONES		
				Grupo	Sub-grupo		V	P	Habla Total	SS	Omnocul	Conduct.	PH	Turbid.	T° Mtra (°C)		pH (medida de pH)	CE (medida de pH)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)
1	CAAS	31883	F: 08/06/23 H: 06:30 pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X									
2	CAA7	31884	F: 08/06/23 H: 06:30 pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X									
3	CAA9	31885	F: 08/06/23 H: 06:30 pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X									
4	CAD5	31886	F: 08/06/23 H: 06:30 pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X									
5	CAD7	31887	F: 08/06/23 H: 06:30 pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X									
6	CAD9	31888	F: 08/06/23 H: 06:30 pm	AR	Industrial	N: E:	X	X	X									
7			F: H:			N: E:												
8			F: H:			N: E:												

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda
 F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra
 H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente
 CE: Conductividad Eléctrica OD: Oligo de Oligo

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB-GRUPO
AR: Agua Industrial	SUBSERVICIO (Mercurio + Term)
AR: Agua Industrial	COMERCIA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AR: Agua para uso y Consumo humano	REDONDA Y LAGUNA ARTIFICIAL
AR: Agua Salina	REDONDA (Piscina, Mesa, Evaporar)
AR: Agua de Proceso	WAF - ESCOMBROS - SALINIDAD
	AGUA INYECTORA Y REINYECCION
	DESCUADRONADO DE CALDERAS - AGUA DE CALDERAS
	ALBERTOS DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO
	AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECTORA Y REINYECCION

Observaciones / Comentarios
 Muestreado por: ALAB Cliente

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: F06142 R: 01 IV: 2020-Feb-13																																																																																																																																																																					
Datos del cliente Razón Social: <u>Ruth Valeriano Quispe</u> Persona de contacto: <u>Ruth Valeriano Quispe</u> Correo / Teléfono: <u>ruvaleryq@gmail.com / 957265536</u> Nombre del proyecto: <u>Análisis físico-químico completo de aguas</u>												Orden de servicio: <u>2023-2671</u> Pág. <u>1</u> de <u>1</u> Plan de Monitoreo: Informe de ensayo: <u>IC-23-11218 // SC-23-54903</u> Procedencia o lugar de muestreo: <u>Universidad Nacional del Callao</u>																																																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ITEM</th> <th colspan="3">DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</th> <th colspan="8">PARAMETRO DE ENSAYO</th> <th colspan="2">PARAMETRO IN SITU</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>Punto de muestreo / Estación</th> <th>Código de laboratorio</th> <th>Muestreo</th> <th>Clasificación</th> <th>Ubicación</th> <th colspan="2">N° Frascos</th> <th>Cloro VI</th> <th colspan="2">pH</th> <th>CE</th> <th>OD</th> <th>Cloro Libre</th> <th>Cloro Total</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Grupo</th> <th>Sub-grupo</th> <th>Coordenadas (UTM)</th> <th>V</th> <th>P</th> <th>Cloro VI</th> <th colspan="2">pH</th> <th>CE</th> <th>OD</th> <th>Cloro Libre</th> <th>Cloro Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CAA05</td> <td>34780</td> <td>F: 12.06.23 H: 10:00</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CAA07</td> <td>34781</td> <td>F: 12.06.23 H: 18:00</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CAA09</td> <td>34782</td> <td>F: 12.06.23 H: 18:00</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CAD05</td> <td>34783</td> <td>F: 12.06.23 H: 18:00</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>CAD07</td> <td>34784</td> <td>F: 12.06.23 H: 18:00</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CAD09</td> <td>34785</td> <td>F: 12.06.23 H: 18:00</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td>F: H:</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td>F: H:</td> <td></td> <td>N: E:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			PARAMETRO DE ENSAYO								PARAMETRO IN SITU		OBSERVACIONES	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación	Ubicación	N° Frascos		Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P	Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total	1	CAA05	34780	F: 12.06.23 H: 10:00		N: E:		X	X	X						2	CAA07	34781	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X						3	CAA09	34782	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X						4	CAD05	34783	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X						5	CAD07	34784	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X						6	CAD09	34785	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X						7			F: H:		N: E:										8			F: H:		N: E:									
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			PARAMETRO DE ENSAYO								PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES																																																																																																																																																																		
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación	Ubicación	N° Frascos		Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total																																																																																																																																																																			
			Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P	Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total																																																																																																																																																																			
1	CAA05	34780	F: 12.06.23 H: 10:00		N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
2	CAA07	34781	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
3	CAA09	34782	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
4	CAD05	34783	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
5	CAD07	34784	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
6	CAD09	34785	F: 12.06.23 H: 18:00		N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
7			F: H:		N: E:																																																																																																																																																																												
8			F: H:		N: E:																																																																																																																																																																												
Descripción de equipos utilizados: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Código interno del equipo</th> <th>Nombre de equipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	1			2			3			4			Legenda F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mts: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto (mg/L)				Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042 <table border="1"> <thead> <tr> <th>GRUPO</th> <th>SUB-GRUPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AR: Agua Salada</td> <td>SUBTRINVESTIGACIÓN - Terrestre</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua Residual</td> <td>DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua para Uso y Consumo Humano</td> <td>RESIDUA - AGUA RESIDUAL</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua Salada</td> <td>WATER TREATMENT - PLANTAS DE TRATAMIENTO</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua de Proceso</td> <td>ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO - AGUA PURIFICADA - AGUA DE INTENCION Y REINTECCION</td> </tr> </tbody> </table>						GRUPO	SUB-GRUPO	AR: Agua Salada	SUBTRINVESTIGACIÓN - Terrestre	AR: Agua Residual	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL	AR: Agua para Uso y Consumo Humano	RESIDUA - AGUA RESIDUAL	AR: Agua Salada	WATER TREATMENT - PLANTAS DE TRATAMIENTO	AR: Agua de Proceso	ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO - AGUA PURIFICADA - AGUA DE INTENCION Y REINTECCION																																																																																																																																									
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo																																																																																																																																																																															
1																																																																																																																																																																																	
2																																																																																																																																																																																	
3																																																																																																																																																																																	
4																																																																																																																																																																																	
GRUPO	SUB-GRUPO																																																																																																																																																																																
AR: Agua Salada	SUBTRINVESTIGACIÓN - Terrestre																																																																																																																																																																																
AR: Agua Residual	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL																																																																																																																																																																																
AR: Agua para Uso y Consumo Humano	RESIDUA - AGUA RESIDUAL																																																																																																																																																																																
AR: Agua Salada	WATER TREATMENT - PLANTAS DE TRATAMIENTO																																																																																																																																																																																
AR: Agua de Proceso	ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO - AGUA PURIFICADA - AGUA DE INTENCION Y REINTECCION																																																																																																																																																																																
Observaciones / Comentarios				Muestreado por: <u>Ruth Valeriano</u> Cliente: Fecha: <u>13/06/23</u> Firma: <u>[Firma]</u>				Recopilación de muestra: ANALISIS 14 JUN 2023 08:00 CALLAO																																																																																																																																																																									

Prologación Zavilla M2 02 L13 Asociación Daniel Alcides Carrión, Bellavista, Callao, Lima
 Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 2060051901 - T: (01)4531389 - (01)7130338 Cel: 942989588 - 922646458

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: F06142 R: 01 IV: 2020-Feb-13																																																																																																																																																																					
Datos del cliente Razón Social: <u>RUTH VALERIANO</u> Persona de contacto: <u>RUTH VALERIANO</u> Correo / Teléfono: <u>ruvaleryq@gmail.com</u> Nombre del proyecto:												Orden de servicio: <u>05-2023-2810</u> Pág. <u>06</u> de <u>06</u> Plan de Monitoreo: Informe de ensayo: <u>IC-23-11688 // SC-23-55384 // CC-23-55381</u> Procedencia o lugar de muestreo: <u>Universidad Nacional del Callao</u>																																																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ITEM</th> <th colspan="3">DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</th> <th colspan="8">PARAMETRO DE ENSAYO</th> <th colspan="2">PARAMETRO IN SITU</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>Punto de muestreo / Estación</th> <th>Código de laboratorio</th> <th>Muestreo</th> <th>Clasificación</th> <th>Ubicación</th> <th colspan="2">N° Frascos</th> <th>Cloro VI</th> <th colspan="2">pH</th> <th>CE</th> <th>OD</th> <th>Cloro Libre</th> <th>Cloro Total</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Grupo</th> <th>Sub-grupo</th> <th>Coordenadas (UTM)</th> <th>V</th> <th>P</th> <th>Cloro VI</th> <th colspan="2">pH</th> <th>CE</th> <th>OD</th> <th>Cloro Libre</th> <th>Cloro Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CAA5</td> <td>36322</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:15pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CAA7</td> <td>36323</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:15pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CAA9</td> <td>36324</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:20pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CAD5</td> <td>36325</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:20pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>CAD7</td> <td>36326</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:25pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CAD9</td> <td>36327</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:25pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PA01</td> <td>36328</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:30pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PD02</td> <td>36329</td> <td>F: 19/06/23 H: 6:30pm</td> <td>AR Industrial</td> <td>N: E:</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			PARAMETRO DE ENSAYO								PARAMETRO IN SITU		OBSERVACIONES	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación	Ubicación	N° Frascos		Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P	Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total	1	CAA5	36322	F: 19/06/23 H: 6:15pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X						2	CAA7	36323	F: 19/06/23 H: 6:15pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X						3	CAA9	36324	F: 19/06/23 H: 6:20pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X						4	CAD5	36325	F: 19/06/23 H: 6:20pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X						5	CAD7	36326	F: 19/06/23 H: 6:25pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X						6	CAD9	36327	F: 19/06/23 H: 6:25pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X						7	PA01	36328	F: 19/06/23 H: 6:30pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X						8	PD02	36329	F: 19/06/23 H: 6:30pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X					
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			PARAMETRO DE ENSAYO								PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES																																																																																																																																																																		
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación	Ubicación	N° Frascos		Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total																																																																																																																																																																			
			Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P	Cloro VI	pH		CE	OD	Cloro Libre	Cloro Total																																																																																																																																																																			
1	CAA5	36322	F: 19/06/23 H: 6:15pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
2	CAA7	36323	F: 19/06/23 H: 6:15pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
3	CAA9	36324	F: 19/06/23 H: 6:20pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
4	CAD5	36325	F: 19/06/23 H: 6:20pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
5	CAD7	36326	F: 19/06/23 H: 6:25pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
6	CAD9	36327	F: 19/06/23 H: 6:25pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
7	PA01	36328	F: 19/06/23 H: 6:30pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
8	PD02	36329	F: 19/06/23 H: 6:30pm	AR Industrial	N: E:		X	X	X																																																																																																																																																																								
Descripción de equipos utilizados: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Código interno del equipo</th> <th>Nombre de equipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	1			2			3			4			Legenda F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mts: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto (mg/L)				Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042 <table border="1"> <thead> <tr> <th>GRUPO</th> <th>SUB-GRUPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AR: Agua Salada</td> <td>SUBTRINVESTIGACIÓN - Terrestre</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua Residual</td> <td>DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua para Uso y Consumo Humano</td> <td>RESIDUA - AGUA RESIDUAL</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua Salada</td> <td>WATER TREATMENT - PLANTAS DE TRATAMIENTO</td> </tr> <tr> <td>AR: Agua de Proceso</td> <td>ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO - AGUA PURIFICADA - AGUA DE INTENCION Y REINTECCION</td> </tr> </tbody> </table>						GRUPO	SUB-GRUPO	AR: Agua Salada	SUBTRINVESTIGACIÓN - Terrestre	AR: Agua Residual	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL	AR: Agua para Uso y Consumo Humano	RESIDUA - AGUA RESIDUAL	AR: Agua Salada	WATER TREATMENT - PLANTAS DE TRATAMIENTO	AR: Agua de Proceso	ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO - AGUA PURIFICADA - AGUA DE INTENCION Y REINTECCION																																																																																																																																									
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo																																																																																																																																																																															
1																																																																																																																																																																																	
2																																																																																																																																																																																	
3																																																																																																																																																																																	
4																																																																																																																																																																																	
GRUPO	SUB-GRUPO																																																																																																																																																																																
AR: Agua Salada	SUBTRINVESTIGACIÓN - Terrestre																																																																																																																																																																																
AR: Agua Residual	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL																																																																																																																																																																																
AR: Agua para Uso y Consumo Humano	RESIDUA - AGUA RESIDUAL																																																																																																																																																																																
AR: Agua Salada	WATER TREATMENT - PLANTAS DE TRATAMIENTO																																																																																																																																																																																
AR: Agua de Proceso	ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO - AGUA PURIFICADA - AGUA DE INTENCION Y REINTECCION																																																																																																																																																																																
Observaciones / Comentarios				Muestreado por: <u>Ruth Valeriano</u> Cliente: Fecha: <u>19/06/23</u> Firma: <u>[Firma]</u>				Recopilación de muestra: ANALISIS 20 JUN 2023 08:00 CALLAO																																																																																																																																																																									

Prologación Zavilla M2 02 L13 Asociación Daniel Alcides Carrión, Bellavista, Callao, Lima
 Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 2060051901 - T: (01)4531389 - (01)7130338 Cel: 942989588 - 922646458

Anexo 14: Certificados de calibración



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO #6032.01
SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LOA-0006-2022

Expediente : 01321

Fecha de emisión: 2022-10-21
Página 1 de 2

1. **Solicitante** : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
2. **Dirección** : Av. Guardia Chalaca 1877 - Bolivista - Callao
3. **Instrumento calibrado** : Espectrofotometro UV-Visible
 Marca : Perkin Elmer
 Modelo : LAMBDA 35
 N° de serie : 502510042703
 Identificación : EL-LAB-209
 Procedencia : Singapur
- Especificaciones del equipo** :
 Fuente de Luz : Lámpara de flash de xenón
 Resolución de longitud de onda : 1 nm
 Resolución fotométrica : 0.001 Å
 Rango de longitud de onda : 190 nm a 1100 nm
 Exactitud de Longitud de Onda : ± 0.8 nm
 Precisión de Longitud de Onda : ± 0.5 nm
 Repetibilidad de Longitud de Onda : ± 0.5 nm
 Reproducibilidad de Longitud de Onda : 0
 Ancho de banda Espectral : 1 nm
 Rango Fotométrico : NO INDICA
 Exactitud Fotométrica : ± 0.005 Å hasta 1 Å
 Precisión Fotométrica : 0
 Linealidad Fotométrica : Hasta 3.5 Å
 Alimentación Eléctrica : 100 V to 240 V ; 50 Hz to 60 Hz
 Portacubetas : Posición única (Opcional carousel de 6 posiciones)
 Monocromador : No indica
 Luz parásita o luz difusa (Stray Light) : <0.08 %T de 220 nm a 340 nm
4. **Lugar de Calibración** : Laboratorio Fisicoquímica - Sáb 15
5. **Fecha de Calibración** : 2022-10-21

Los resultados presentados corresponden solo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regirá por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. 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 documentados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

6. **Método de Calibración** :
 La verificación se realizó por comparación de la indicación del equipo contra filtros patrones de absorbancia certificados tomando como referencia Guía Técnica de Trazabilidad e Incertidumbre en los Servicios de Calibración de Espectrofotómetros UV-Vis, 2014 del CENAM de México.

7. **Trazabilidad** :
 Los resultados de verificación tienen trazabilidad a los patrones internacionales.

Prueba	Código del Filtro	Lote / Serie	Marca	Calibrado Por	N° de certificado
Exactitud Fotométrica	GGG - F2	7851	Helma Analytics	Helma GmbH & Co. KG	75067
	GGG - F3	7851	Helma Analytics	Helma GmbH & Co. KG	75067
	GGG - F4	7851	Helma Analytics	Helma GmbH & Co. KG	75067
Precisión de la longitud de onda	GGG - F1	7851	Helma Analytics	Helma GmbH & Co. KG	75066

8. **Condiciones de Calibración** :

Temperatura ambiental : Inicio : 20,4 °C Final : 20,5 °C
 Humedad relativa : Inicio : 60 % Final : 58 %

Myriam Vilalobos Bravo
Responsable del Laboratorio de Óptica

9. Resultados de Calibración:

Prueba de exactitud Fotométrica

Código del filtro patrón	Longitud de onda programada (nm)	Absorbancia del filtro patrón (A)	Lectura promedio del equipo (A)	Error promedio del equipo (A)	Incertidumbre (k=2) (A)
GGG - F2	440.0	0.2662	0.238	-0.0282	0.5774
	465.0	0.2410	0.247	0.0060	0.5774
	546.1	0.2524	0.252	-0.0004	0.5774
	590.0	0.2880	0.286	-0.0020	0.5774
	635.0	0.2918	0.289	-0.0028	0.5774
GGG - F3	440.0	0.5284	0.481	-0.0474	0.5774
	465.0	0.4859	0.499	0.0131	0.5774
	546.1	0.5006	0.500	-0.0006	0.5774
	590.0	0.5579	0.555	-0.0029	0.5774
	635.0	0.5547	0.552	-0.0027	0.5774
GGG - F4	440.0	1.0809	1.002	-0.0789	0.5774
	465.0	1.0013	1.025	0.0237	0.5774
	546.1	1.0141	1.015	0.0009	0.5774
	590.0	1.0855	1.080	-0.0055	0.5774
	635.0	1.0511	1.047	-0.0041	0.5774

Nota: Los resultados mostrados corresponden al promedio de 3 lecturas.

A : Absorbancia

Prueba de precisión de longitud de onda

Código del patrón (Filtro de Holmio) :		GGG - F1		
Lectura del equipo (A)	Máximo del patrón (nm)	Máximo promedio para el equipo (nm)	Error promedio encontrado (nm)	Incertidumbre (k=2) (nm)
0.380	279.35	279.4	0.05	0.21

Código del patrón (Filtro de Holmio) :		GGG - F1		
Lectura del equipo (A)	Máximo del patrón (nm)	Máximo promedio para el equipo (nm)	Error promedio encontrado (nm)	Incertidumbre (k=2) (nm)
0.850	300.85	301.0	0.15	0.21

Código del patrón (Filtro de Holmio) :		GGG - F1		
Lectura del equipo (A)	Máximo del patrón (nm)	Máximo promedio para el equipo (nm)	Error promedio encontrado (nm)	Incertidumbre (k=2) (nm)
0.870	453.60	453.7	0.10	0.21

Código del patrón (Filtro de Holmio) :		GGG - F1		
Lectura del equipo (A)	Máximo del patrón (nm)	Máximo promedio para el equipo (nm)	Error promedio encontrado (nm)	Incertidumbre (k=2) (nm)
0.320	536.45	536.4	-0.05	0.21

Código del patrón (Filtro de Holmio) :		GGG - F1		
Lectura del equipo (A)	Máximo del patrón (nm)	Máximo promedio para el equipo (nm)	Error promedio encontrado (nm)	Incertidumbre (k=2) (nm)
0.160	637.65	637.7	0.05	0.21

Nota: Los resultados mostrados corresponden al promedio de 3 lecturas.

A : Absorbancia

Error promedio encontrado = Máximo promedio para el equipo - Máximo del patrón

10. Observaciones:

Al equipo se le coloca una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y N° 023955.

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTCA-0072-2023

Página 1 de 10

- Expediente** : 00547
- Fecha de emisión** : 2023-03-11
- 1. Solicitante** : Analytical Laboratory E.I.R.L.
- Dirección** : Av. Guardia Chalaca N° 1877 - Bellavista - Callao
- 2. Instrumento calibrado** : Hot Block
- Marca : ENVIROMENTAL SPACE
Modelo : DIGI PREP Jr
N° de serie : JRX1017142239
Código : EL-LAB-345
- Indicador** : Digital
Alcance del indicador : -100 °C a 1200 °C
Resolución del indicador : 0,1 °C
- Selector** : Digital
Alcance del selector : -100 °C a 1200 °C
Resolución del selector : 0,1 °C
- Carga : Digitubos de plástico con solución ácida
Porcentaje de carga : 50 %
Tipo de ventilación : Natural
Ubicación : Laboratorio de METALES
Temperaturas de Trabajo : (80 °C, 85 °C, 90 °C y 95 °C) ± 5 °C
- 3. Lugar de calibración** : Instalaciones de ALAB
- 4. Fecha de calibración** : 2023-03-10
- 5. Método de calibración** :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el MVAL-LAB-16 "Procedimiento para la calibración de Digestores o reactor de temperatura" de ALAB E.I.R.L.

6. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-018	Termómetro Multicanal con incertidumbre "U" de 0,068 °C a 0,081 °C	LTA-304-2022

7. Condiciones de calibración

	Inicio	Final
Temperatura ambiental	23,7 °C	23,5 °C
Humedad relativa	70,2 %	71,3 %

	Inicio	Final
Voltaje	220 V	220 V

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. 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.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.



Erika Palomino Limache
Responsable de Laboratorio



Randy Cesar Santiago Jurado
Jefe de Laboratorio de Metrología

8. Resultados de la calibración

Tiempo de calibración del equipo = 60 minutos

Temperatura de seteo = 78 °C

Tiempo de precalentamiento y estabilización = 60 minutos

Para la temperatura de 80 °C ± 5 °C

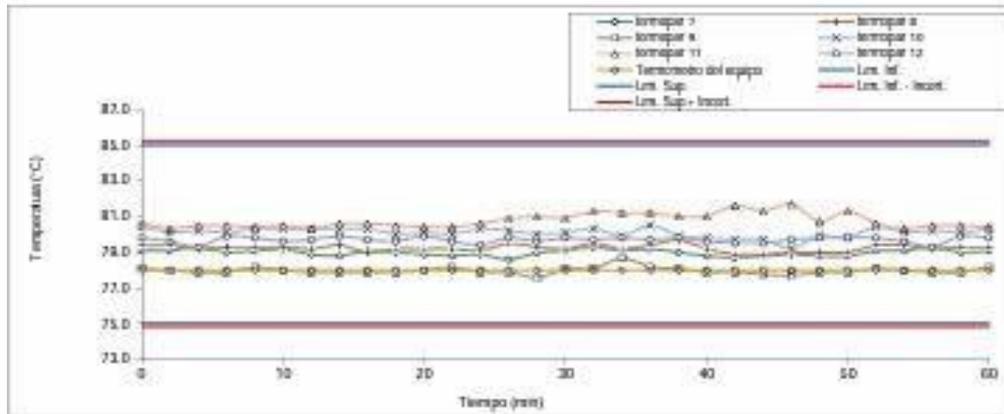
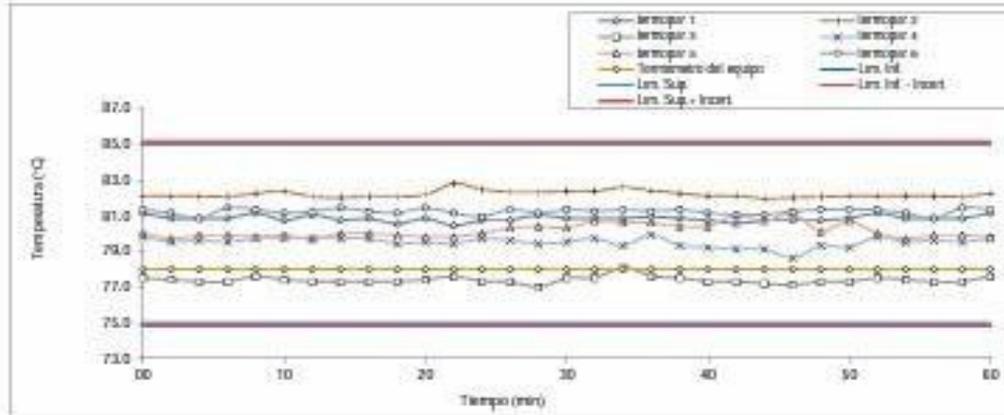
Tiempo (min)	Temp. equipo (°C)	Mediciones de patrones (°C)												Temp. prom. (°C)	Tmáx-Tmín (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	78,0	81,1	82,1	77,5	79,8	80,0	81,3	79,1	79,4	78,1	80,4	80,6	79,8	79,9	4,6
2	78,0	80,8	82,1	77,4	79,5	79,7	81,1	79,1	79,4	78,0	80,1	80,3	79,6	79,8	4,7
4	78,0	80,8	82,1	77,3	79,6	79,9	80,8	79,3	79,2	77,9	80,2	80,5	79,3	79,7	4,8
6	78,0	80,8	82,1	77,3	79,5	79,9	81,4	79,0	79,3	77,9	80,1	80,5	79,9	79,8	4,8
8	78,0	81,1	82,3	77,6	79,7	79,8	81,3	79,1	79,3	78,2	80,3	80,4	79,8	79,9	4,6
10	78,0	80,7	82,4	77,4	79,7	79,9	81,1	79,2	79,3	78,0	80,3	80,5	79,6	79,8	5,0
12	78,0	81,0	82,1	77,3	79,7	79,7	81,2	78,9	79,2	77,9	80,3	80,3	79,7	79,8	4,8
14	78,0	80,7	82,0	77,3	79,7	80,0	81,4	78,8	79,4	77,9	80,3	80,6	79,9	79,8	4,7
16	78,0	80,8	82,1	77,3	79,7	80,0	81,2	79,1	79,0	77,9	80,3	80,6	79,7	79,8	4,8
18	78,0	80,5	82,1	77,3	79,4	79,9	81,1	79,0	79,2	77,9	80,0	80,5	79,6	79,7	4,8
20	78,0	80,8	82,2	77,4	79,5	79,8	81,4	78,9	79,2	78,0	80,1	80,4	79,9	79,8	4,8
22	78,0	80,4	82,8	77,6	79,4	79,8	81,1	78,8	79,2	78,2	80,0	80,4	79,6	79,8	5,2
24	78,0	80,7	82,5	77,3	79,7	80,0	80,9	78,9	79,1	77,9	80,3	80,6	79,4	79,8	5,2
26	78,0	80,7	82,3	77,3	79,6	80,3	81,3	78,6	79,5	77,9	80,2	80,9	79,8	79,9	5,0
28	78,0	81,0	82,3	77,0	79,4	80,4	81,1	79,0	79,3	77,6	80,0	81,0	79,6	79,8	5,3
30	78,0	80,8	82,4	77,5	79,5	80,3	81,3	79,1	79,2	78,1	80,1	80,9	79,8	79,9	4,9
32	78,0	80,8	82,4	77,5	79,7	80,7	81,2	79,3	79,5	78,1	80,3	81,3	79,7	80,0	4,9
34	78,0	80,8	82,6	78,1	79,3	80,6	81,3	79,1	79,2	78,7	79,9	81,2	79,8	80,1	4,5
36	78,0	80,9	82,4	77,6	79,9	80,6	81,2	79,2	79,4	78,2	80,5	81,2	79,7	80,1	4,8
38	78,0	80,8	82,3	77,5	79,3	80,4	81,3	79,0	79,7	78,1	79,9	81,0	79,8	79,9	4,8
40	78,0	80,7	82,1	77,3	79,2	80,4	81,1	78,8	79,2	77,9	79,8	81,0	79,6	79,8	4,8
42	78,0	80,5	82,1	77,3	79,1	81,0	81,0	78,7	78,9	77,9	79,7	81,6	79,5	79,8	4,8
44	78,0	80,7	82,0	77,2	79,1	80,7	81,0	78,8	78,9	77,8	79,7	81,3	79,5	79,7	4,8
46	78,0	80,7	82,0	77,1	78,6	81,1	81,2	78,9	79,0	77,7	79,2	81,7	79,7	79,7	4,9
48	78,0	80,7	82,1	77,3	79,3	80,1	81,3	78,8	79,0	77,9	79,9	80,7	79,8	79,7	4,8
50	78,0	80,8	82,1	77,3	79,2	80,7	81,3	78,8	79,0	77,9	79,8	81,3	79,8	79,8	4,8
52	78,0	81,1	82,1	77,5	79,8	80,0	81,3	79,1	79,4	78,1	80,4	80,6	79,8	79,9	4,6
54	78,0	80,8	82,1	77,4	79,5	79,7	81,1	79,1	79,4	78,0	80,1	80,3	79,6	79,8	4,7
56	78,0	80,8	82,1	77,3	79,6	79,9	80,8	79,3	79,2	77,9	80,2	80,5	79,3	79,7	4,8
58	78,0	80,8	82,1	77,3	79,5	79,9	81,4	79,0	79,3	77,9	80,1	80,5	79,9	79,8	4,8
60	78,0	81,1	82,3	77,6	79,7	79,8	81,3	79,1	79,3	78,2	80,3	80,4	79,8	79,9	4,6
T.PROM	78,0	80,8	82,2	77,4	79,5	80,2	81,2	79,0	79,2	78,0	80,1	80,8	79,7	79,8	4,8
T.MÁX.	78,0	81,1	82,8	78,1	79,9	81,1	81,4	79,3	79,7	78,7	80,5	81,7	79,9	80,1	5,3
T.MÍN.	78,0	80,4	82,0	77,0	78,6	79,7	80,8	78,6	78,9	77,6	79,2	80,3	79,3	79,7	4,5
DTT	0,0	0,7	0,8	1,1	1,3	1,4	0,6	0,7	0,8	1,1	1,3	1,4	0,6	0,4	0,8

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	82,8	0,2
Mínima Temperatura medida	77,0	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,4	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	4,8	0,1
Estabilidad medida (+)	0,7	0,04
Uniformidad	5,3	0,1

Nomenclatura

- T. prom : Promedio de las indicaciones de todos los sensores de temperatura para un instante dado.
- Tmáx-Tmín : Diferencia entre la máxima y la mínima indicación de temperatura para un mismo instante de tiempo.
- T. PROM : Promedio de las indicaciones de un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MÁX : Indicación máxima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MÍN : Indicación mínima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 80 °C ± 5 °C



8. Resultados de la calibración

Tiempo de calibración del equipo = 60 minutos

Temperatura de seco = 83 °C

Tiempo de precalentamiento y estabilización = 60 minutos

Para la temperatura de 85 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Temp. equipo (°C)	Mediciones de patrones (°C)												Temp. patr. (°C)	Trazo-Tiempo (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	83.0	84.9	87.6	88.6	87.2	87.5	88.6	89.4	88.6	84.9	86.4	87.4	86.7	87.3	4.5
2	83.0	85.9	87.4	88.1	87.2	87.8	88.7	89.5	89.1	85.0	86.4	88.2	87.4	87.6	4.4
4	83.0	85.6	87.4	88.0	86.9	87.7	88.6	89.4	88.6	84.7	86.3	88.0	86.5	87.3	4.7
6	83.0	85.7	87.2	87.9	87.1	87.5	88.6	89.3	88.7	84.9	86.3	87.9	87.3	87.4	4.5
8	83.0	86.1	87.6	88.0	86.8	87.5	89.3	89.2	88.9	84.8	86.5	88.1	87.8	87.5	4.5
10	83.0	85.8	87.2	88.2	87.0	87.4	88.5	89.4	88.0	84.7	86.3	88.0	87.3	87.2	3.8
12	83.0	85.4	87.1	87.9	87.1	87.3	88.4	89.2	88.7	84.7	86.3	88.0	87.2	87.3	4.4
14	83.0	85.4	86.9	87.6	87.0	87.3	88.5	88.7	88.5	85.0	86.3	88.0	87.3	87.2	3.7
16	83.0	85.4	87.1	88.2	86.7	87.5	88.9	89.2	88.6	84.9	86.5	88.1	87.2	87.4	4.3
18	83.0	85.5	87.2	88.2	86.9	87.5	88.9	89.1	88.6	85.0	86.4	88.2	87.0	87.4	4.1
20	83.0	85.4	87.4	88.3	87.1	87.5	88.7	89.2	88.5	85.1	86.5	87.7	87.1	87.4	4.1
22	83.0	85.9	87.4	88.1	87.0	87.4	88.9	89.1	88.5	85.3	86.6	88.3	87.5	87.5	3.8
24	83.0	85.3	87.4	88.2	87.1	87.5	89.0	89.4	87.8	85.3	86.5	88.5	87.6	87.5	4.1
26	83.0	85.5	87.4	88.0	87.1	87.5	89.0	89.2	89.3	85.2	86.9	88.7	87.2	87.6	4.1
28	83.0	85.3	87.5	88.3	87.0	87.8	88.8	89.1	88.4	84.5	86.5	88.3	87.4	87.4	4.6
30	83.0	85.1	87.6	88.5	87.0	87.7	88.7	89.2	88.4	84.6	86.3	88.1	87.2	87.4	4.6
32	83.0	85.3	88.1	88.4	86.9	87.3	88.8	89.3	88.4	85.6	86.2	88.3	87.1	87.5	4.0
34	83.0	84.9	87.3	88.2	86.9	87.3	88.7	89.3	88.2	85.0	86.3	87.6	87.2	87.3	4.4
36	83.0	85.1	88.0	88.5	86.9	87.1	88.4	89.2	88.3	85.1	86.3	88.0	87.1	87.3	4.1
38	83.0	85.0	87.5	88.1	87.0	87.2	88.3	89.1	87.9	85.0	86.4	87.5	86.9	87.2	4.1
40	83.0	85.2	87.7	88.2	87.0	87.2	88.6	89.3	88.3	84.9	86.5	88.0	87.5	87.4	4.4
42	83.0	85.2	87.7	88.4	86.9	87.6	88.4	88.7	88.9	84.8	86.5	87.9	87.5	87.4	4.1
44	83.0	85.2	87.7	88.3	87.0	87.6	88.5	89.4	88.4	84.4	86.0	87.4	87.6	87.3	5.0
46	83.0	85.3	87.6	88.5	87.0	87.5	88.8	89.5	88.2	84.9	86.9	87.9	87.6	87.5	4.7
48	83.0	85.8	88.2	88.0	87.0	87.4	88.6	89.1	88.3	84.6	86.4	88.6	87.7	87.5	4.5
50	83.0	85.2	87.7	88.1	87.1	87.5	88.7	89.0	87.9	84.8	86.4	88.1	87.5	87.3	4.1
52	83.0	84.8	87.2	88.2	86.8	88.3	88.8	89.0	88.0	85.0	86.1	87.5	88.1	87.3	4.3
54	83.0	85.1	87.7	88.1	87.0	87.7	88.7	88.9	88.1	85.0	86.3	87.7	87.8	87.3	3.9
56	83.0	84.9	86.8	88.2	87.0	87.6	88.8	88.8	87.8	85.2	86.4	88.1	88.1	87.3	3.9
58	83.0	85.0	87.1	87.9	87.0	87.4	88.9	88.9	87.9	85.0	86.6	88.2	88.1	87.3	3.9
60	83.0	84.6	86.6	88.1	86.9	87.5	88.5	88.6	87.7	84.7	86.6	88.1	87.0	87.1	4.0
T.PROM	21.3	85.3	87.4	88.2	87.0	87.5	88.7	89.1	88.4	84.9	86.4	88.0	87.4	87.4	4.2
T.MAX	83.0	86.1	88.2	88.6	87.2	88.3	89.3	89.5	89.3	85.6	86.9	88.7	88.1	87.6	5.0
T.MIN	83.0	84.6	86.6	87.6	86.7	87.1	88.3	88.4	87.7	84.4	86.0	87.4	86.5	87.1	3.7
DTT	83.0	1.5	1.6	1.0	0.5	1.2	1.0	1.1	1.6	1.2	0.9	1.3	1.6	0.5	1.3

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	89.5	0.2
Mínima Temperatura medida	84.4	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.08
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.2	0.1
Estabilidad medida (+)	0.8	0.04
Uniformidad	5.0	0.1

Nomenclatura

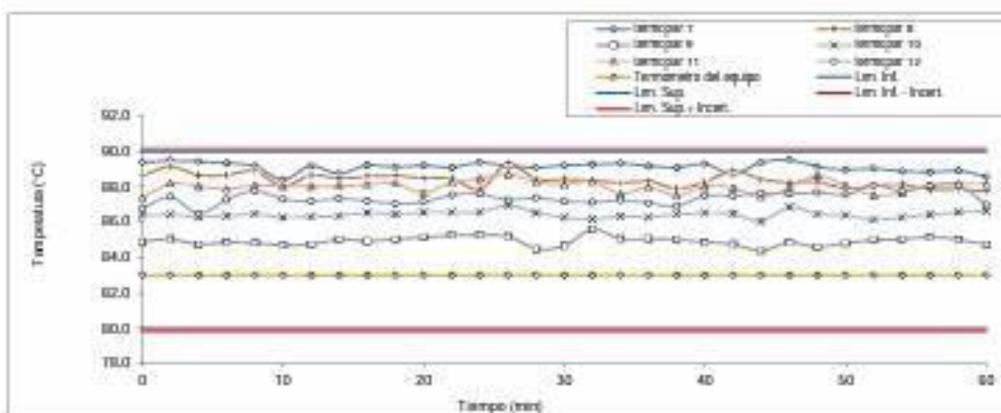
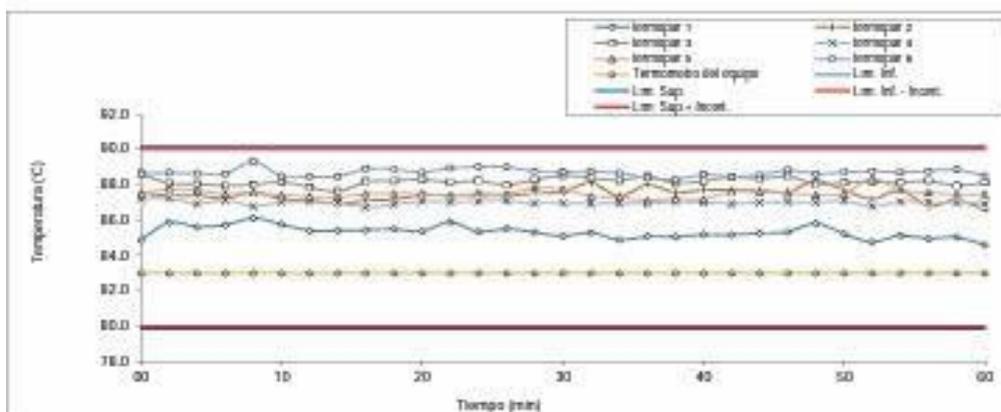
- T. prom : Promedio de las indicaciones de todos los sensores de temperatura para un instante dado.
- Trazo-Tiempo : Diferencia entre la máxima y la mínima indicación de temperatura para un mismo instante de tiempo.
- T. PROM : Promedio de las indicaciones de un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MAX : Indicación máxima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MIN : Indicación mínima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Tel.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

www.alab.com.pe

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 85 °C ± 5 °C



8. Resultados de la calibración

Tiempo de calibración del equipo = 60 minutos
Tiempo de precalentamiento y estabilización = 60 minutos

Temperatura de seteo = 86 °C

Para la temperatura de 90 °C ± 5 °C

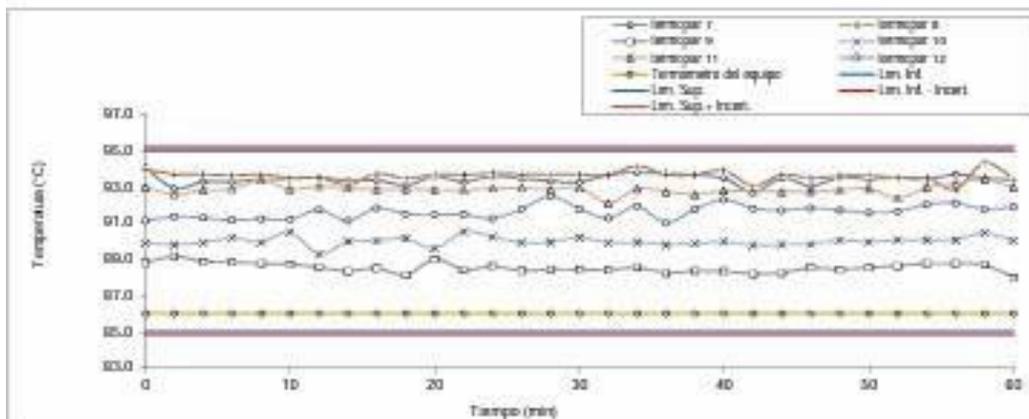
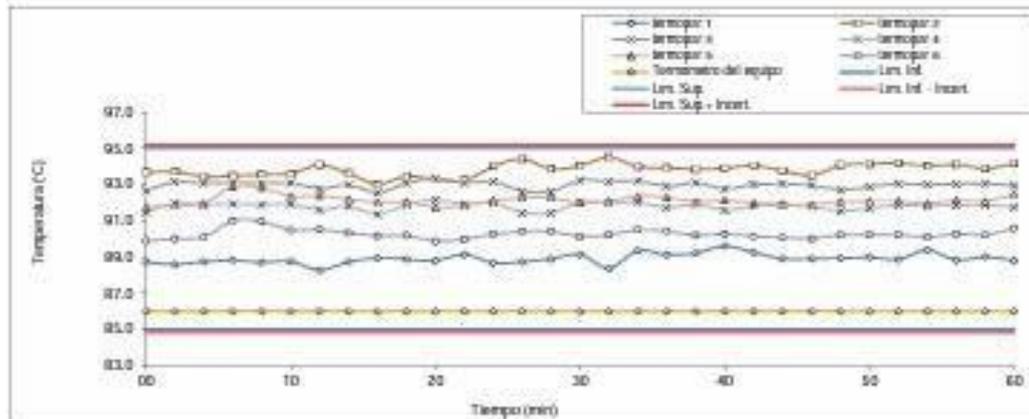
Tiempo (min)	Temp. equipo (°C)	Mediciones de patrones (°C)												Temp. prom. (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	86.0	88.7	83.7	82.6	81.5	81.7	89.9	84.1	83.9	88.8	89.9	83.0	81.1	81.6	5.3
2	86.0	88.6	83.7	83.2	82.0	81.8	80.0	82.8	83.7	89.2	89.8	82.6	81.3	81.6	5.1
4	86.0	88.7	83.4	83.1	81.8	82.0	80.1	83.3	83.7	88.8	89.9	82.8	81.3	81.6	4.9
6	86.0	88.8	83.5	83.1	81.9	82.9	81.0	83.3	83.6	88.8	89.2	82.9	81.1	81.8	4.8
8	86.0	88.7	83.6	83.1	81.8	82.8	81.0	83.4	83.7	88.8	89.9	83.3	81.2	81.8	5.0
10	86.0	88.8	83.6	83.1	81.9	82.3	80.5	83.4	83.5	88.7	89.5	82.9	81.2	81.7	4.9
12	86.0	88.3	84.1	82.8	81.6	82.4	80.5	83.5	83.5	88.5	89.3	83.0	81.7	81.6	5.8
14	86.0	88.7	83.6	83.0	81.8	82.2	80.3	83.3	83.1	88.3	89.0	82.8	81.1	81.5	5.3
16	86.0	88.9	83.0	82.5	81.4	82.0	80.2	83.4	83.7	88.5	89.0	82.8	81.8	81.5	5.2
18	86.0	88.9	83.5	83.1	81.9	82.0	80.2	83.1	83.5	88.1	89.1	82.8	81.5	81.6	5.4
20	86.0	88.8	83.3	83.3	82.2	81.7	89.8	83.6	83.7	89.0	89.6	82.8	81.4	81.6	4.9
22	86.0	89.1	83.2	83.1	81.9	81.8	80.0	83.3	83.7	88.4	89.5	82.8	81.5	81.6	5.2
24	86.0	88.7	84.0	83.2	82.0	82.1	80.3	83.6	83.7	88.6	89.2	82.9	81.2	81.7	5.4
26	86.0	88.7	84.4	82.6	81.4	82.3	80.4	83.4	83.7	88.3	89.9	82.9	81.7	81.7	6.1
28	86.0	88.9	83.9	82.6	81.4	82.3	80.4	83.3	83.7	88.4	89.9	82.8	82.5	81.7	5.4
30	86.0	89.1	84.0	83.2	82.1	82.0	80.1	83.2	83.7	88.4	89.2	82.9	81.8	81.7	5.6
32	86.0	88.4	84.5	83.2	82.0	82.1	80.2	83.7	83.6	88.4	89.9	82.1	81.2	81.6	6.1
34	86.0	89.4	84.0	83.2	82.0	82.4	80.5	83.8	84.1	88.5	89.9	82.9	81.9	81.9	5.6
36	86.0	89.1	83.9	82.9	81.7	82.3	80.4	83.7	83.6	88.2	89.8	82.7	81.0	81.6	5.7
38	86.0	89.2	83.8	83.1	81.9	82.1	80.2	83.6	83.7	88.4	89.8	82.6	81.8	81.7	5.5
40	86.0	89.6	83.9	82.8	81.6	82.1	80.3	83.5	83.9	88.3	89.0	82.8	82.3	81.7	5.6
42	86.0	89.3	84.1	83.0	81.8	82.0	80.1	82.7	83.0	88.2	89.8	82.7	81.8	81.5	5.9
44	86.0	88.9	83.8	83.0	81.9	81.9	80.1	83.5	83.7	88.2	89.8	82.7	81.7	81.6	5.5
46	86.0	88.9	83.5	83.0	81.8	81.8	80.0	83.0	83.5	88.5	89.8	82.7	81.8	81.5	5.0
48	86.0	88.9	84.1	82.7	81.5	82.1	80.2	83.5	83.6	88.4	89.0	82.8	81.7	81.6	5.7
50	86.0	89.0	84.1	82.9	81.7	82.1	80.2	83.4	83.6	88.5	89.9	82.9	81.5	81.7	5.6
52	86.0	88.9	84.2	83.1	81.9	82.1	80.2	83.5	83.5	88.6	89.0	82.4	81.6	81.7	5.6
54	86.0	89.4	84.0	83.0	81.8	82.0	80.1	83.4	83.5	88.8	89.1	83.0	82.0	81.7	5.3
56	86.0	88.8	84.1	83.0	81.9	82.1	80.3	83.7	82.8	88.8	89.0	83.2	82.1	81.7	5.4
58	86.0	89.0	83.9	83.1	81.9	82.1	80.2	83.5	84.3	88.7	89.4	83.4	81.7	81.9	5.6
60	86.0	88.8	84.2	82.9	81.8	82.4	80.6	83.4	83.4	88.0	89.0	83.0	81.9	81.7	6.2
T.PROM	86.0	88.9	83.8	83.0	81.8	82.1	80.3	83.4	83.6	88.5	89.0	82.8	81.6	81.7	5.4
T.MAX	86.0	89.6	84.5	83.3	82.2	82.9	81.0	84.1	84.3	89.2	89.5	83.4	82.5	81.9	6.2
T.MIN	86.0	88.3	83.0	82.5	81.4	81.7	89.9	82.7	82.8	88.0	89.3	82.1	81.0	81.5	4.8
DTT	0.0	1.3	1.5	0.8	0.8	1.1	1.1	1.4	1.5	1.2	1.2	1.3	1.5	0.4	1.4

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	84.5	0.2
Mínima Temperatura medida	89.0	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.5	0.08
Desviación de Temperatura en el Espacio	5.3	0.1
Estabilidad medida (+)	0.75	0.04
Uniformidad	6.2	0.2

Nomenclatura

- T. prom : Promedio de las indicaciones de todos los sensores de temperatura para un instante dado.
- Tmax-Tmin : Diferencia entre la máxima y la mínima indicación de temperatura para un mismo instante de tiempo.
- T. PROM : Promedio de las indicaciones de un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MAX : Indicación máxima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MIN : Indicación mínima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 90 °C ± 5 °C



8. Resultados de la calibración

Tiempo de calibración del equipo = 60 minutos

Temperatura de seteo = 91 °C

Tiempo de precalentamiento y estabilización = 60 minutos

Para la temperatura de 95 °C ± 5 °C

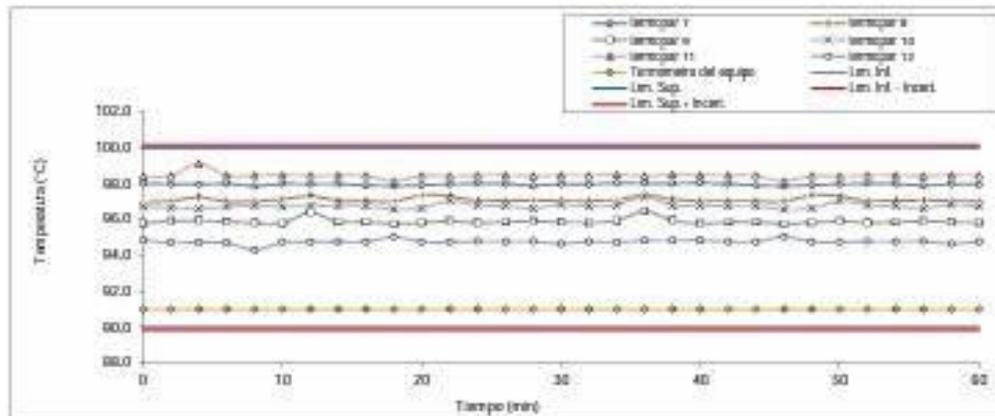
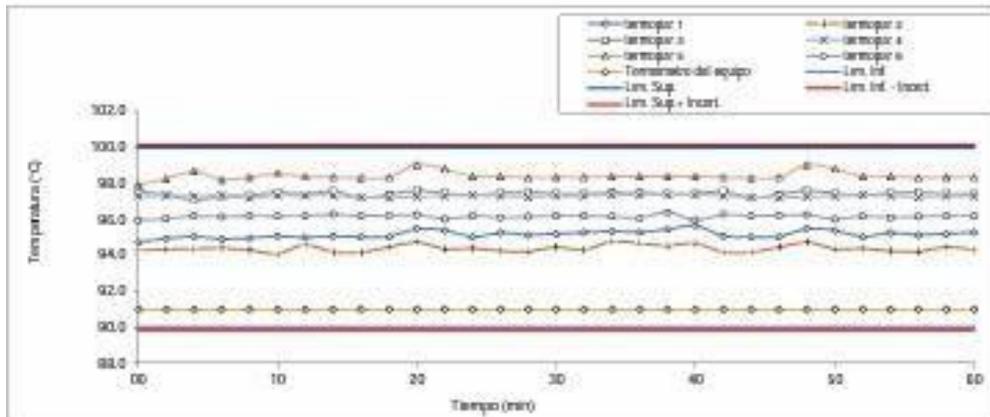
Tiempo (min)	Temp. del equipo (°C)	Mediciones de patrones (°C)												Temp. prom. (°C)	Traso-Tián (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	91.0	94.8	94.3	97.6	97.3	97.9	95.9	98.0	95.9	95.8	95.7	98.4	94.8	95.5	4.1
2	91.0	94.9	94.3	97.4	97.3	98.3	96.1	98.0	97.0	95.9	95.7	98.4	94.7	95.6	4.1
4	91.0	95.1	94.4	97.1	97.3	98.7	95.2	98.0	97.3	95.9	95.6	98.1	94.7	95.7	4.7
6	91.0	94.9	94.4	97.3	97.4	98.2	96.1	98.0	97.0	95.9	95.7	98.5	94.7	95.6	4.0
8	91.0	95.0	94.3	97.3	97.2	98.4	96.2	97.9	97.0	95.8	95.8	98.5	94.3	95.6	4.2
10	91.0	95.1	94.1	97.5	97.3	98.6	95.2	98.0	97.1	95.8	95.7	98.5	94.7	95.6	4.5
12	91.0	95.0	94.6	97.4	97.3	98.4	96.2	98.0	97.3	95.4	95.8	98.4	94.7	95.7	3.8
14	91.0	95.1	94.2	97.6	97.3	98.3	96.3	98.0	97.0	95.9	95.7	98.5	94.8	95.6	4.3
16	91.0	95.0	94.2	97.2	97.2	98.3	95.2	97.9	97.0	95.9	95.7	98.4	94.8	95.6	4.3
18	91.0	95.0	94.5	97.4	97.2	98.3	96.2	97.9	97.0	95.7	95.6	98.1	95.0	95.6	3.9
20	91.0	95.5	94.7	97.6	97.3	99.1	96.3	97.9	97.4	95.8	95.6	98.4	94.8	95.8	4.3
22	91.0	95.4	94.4	97.5	97.3	98.8	95.0	98.0	97.3	95.9	97.1	98.4	94.7	95.7	4.4
24	91.0	95.0	94.4	97.3	97.4	98.4	96.2	98.0	97.0	95.8	95.8	98.4	94.8	95.6	4.0
26	91.0	95.3	94.2	97.5	97.3	98.4	96.1	98.0	97.1	95.9	95.8	98.5	94.8	95.7	4.2
28	91.0	95.1	94.2	97.5	97.2	98.3	95.2	97.9	97.1	95.9	95.6	98.4	94.8	95.6	4.2
30	91.0	95.2	94.5	97.4	97.3	98.4	96.2	98.0	97.0	95.8	95.8	98.5	94.6	95.7	4.0
32	91.0	95.3	94.3	97.4	97.3	98.3	96.2	98.0	97.0	95.8	95.7	98.4	94.8	95.6	4.1
34	91.0	95.4	94.8	97.5	97.4	98.4	96.2	98.0	97.1	95.9	95.8	98.5	94.7	95.7	3.9
36	91.0	95.3	94.7	97.5	97.4	98.4	96.1	98.0	97.4	95.5	97.3	98.4	94.8	95.8	3.7
38	91.0	95.4	94.5	97.4	97.4	98.4	96.4	98.0	97.1	95.9	95.8	98.5	94.8	95.7	4.0
40	91.0	95.7	94.7	97.4	97.4	98.4	95.0	98.0	97.0	95.8	95.8	98.5	94.8	95.7	3.9
42	91.0	95.1	94.2	97.6	97.3	98.3	96.3	98.0	97.0	95.9	95.7	98.5	94.8	95.6	4.3
44	91.0	95.0	94.2	97.2	97.2	98.3	96.2	97.9	97.0	95.9	95.7	98.4	94.8	95.6	4.3
46	91.0	95.0	94.5	97.4	97.2	98.3	95.2	97.9	97.0	95.7	95.6	98.1	95.0	95.6	3.9
48	91.0	95.5	94.7	97.6	97.3	99.1	96.3	97.9	97.4	95.8	95.6	98.4	94.8	95.8	4.3
50	91.0	95.4	94.4	97.5	97.3	98.8	95.0	98.0	97.3	95.9	97.1	98.4	94.7	95.7	4.4
52	91.0	95.0	94.4	97.3	97.4	98.4	95.2	98.0	97.0	95.8	95.8	98.4	94.8	95.6	4.0
54	91.0	95.3	94.2	97.5	97.3	98.4	96.1	98.0	97.1	95.9	95.8	98.5	94.8	95.7	4.2
56	91.0	95.1	94.2	97.5	97.2	98.3	96.2	97.9	97.1	95.9	95.6	98.4	94.8	95.6	4.2
58	91.0	95.2	94.5	97.4	97.3	98.4	95.2	98.0	97.0	95.8	95.8	98.5	94.6	95.7	4.0
60	91.0	95.3	94.3	97.4	97.3	98.3	96.2	98.0	97.0	95.8	95.7	98.4	94.8	95.6	4.1
T.PROM	91.0	95.2	94.4	97.4	97.3	98.4	96.2	98.0	97.1	95.9	95.8	98.5	94.8	95.7	4.1
T.MAX	91.0	95.7	94.8	97.6	97.4	99.1	96.4	98.0	97.4	96.5	97.3	99.1	95.0	95.8	4.7
T.MIN	91.0	94.8	94.1	97.1	97.2	97.9	95.9	97.9	96.9	95.7	95.6	98.1	94.3	95.5	3.7
DTT	0.0	0.9	0.7	0.5	0.2	1.1	0.5	0.2	0.4	0.7	0.7	1.0	0.8	0.3	1.0

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	99.1	0.2
Mínima Temperatura medida	94.1	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.1	0.08
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.1	0.1
Estabilidad medida (s)	0.56	0.04
Uniformidad	4.7	0.1

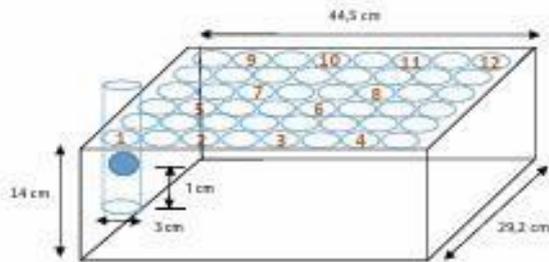
Nomenclatura

- T. prom : Promedio de las indicaciones de todos los sensores de temperatura para un instante dado.
- Traso-Tián : Diferencia entre la máxima y la mínima indicación de temperatura para un mismo instante de tiempo.
- T. PROM : Promedio de las indicaciones de un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MAX : Indicación máxima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- T. MIN : Indicación mínima para un sensor de temperatura durante el tiempo de calibración.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 95 °C ± 5 °C



Distribución de Sensores



Fotografía de distribución de carga



Los sensores del 1 al 12 se colocaron a 1 cm de la base interna de la cavidad del equipo.
El diámetro de las cavidades del equipo es de 3 cm con una profundidad de 14 cm.

9. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con el N° EM-00399.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO