

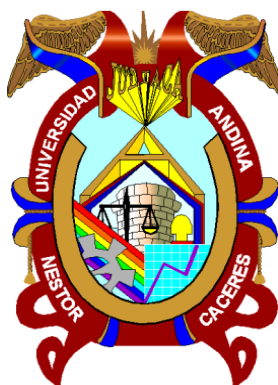


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN
DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS
PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE
LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN
DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS
PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE
LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1396-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 31 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 15249 presentado por el (la) Bachiller: **DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Lunes 11 de noviembre del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790cc.
Archivo
interesado (s)

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. Efrain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1110-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 12860 por el señor (a): DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 1014 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 070- 2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 070- 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN, Correspondiente a la línea de investigación SANEAMIENTO AMBIENTAL.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el señor (a): DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN correspondiente a la línea de investigación SANEAMIENTO AMBIENTAL, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

D. MILTON QUISPE HUANCA DECANO CIP. 47790



Dr. Efrain Pajillo Sosa DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 627-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 7759, presentado el señor (a) DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 578 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 073 -2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 073 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN correspondiente a la línea de investigación SANEAMIENTO AMBIENTAL.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DR. WILTRON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	10%
---	------------------------------------------------------------------------------------	-----

2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
---	------------------------------------------------	----

3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
---	--------------------------------------	----

4	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
---	-----------------------------------------------------------------------	-----

5	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
---	--------------------------------------------	-----

6	revistas.sqperu.org.pe Fuente de Internet	<1%
---	----------------------------------------------	-----

7	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
---	---------------------------------------------------------------------------------	-----


8	redi.unjbg.edu.pe	
---	-------------------	--



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73743946
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-7971-7828
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01323821
Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: 15°28'47"S Longitud: 70°11'11"O</p> <p>URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1MhWtP0m ywsKSH-Vpqux1ql3ohU099CE&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DINA VERONICA COQUIRA CANAZA, identificado con DNI Nro. 73743946, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

“ EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN ”

Asesorado por: DR. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 21 de NOVIEMBRE del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

A mis padres: Vidal y Lourdes, por su esfuerzo, quienes son la razón primordial de mi motivación y triunfo, por su invaluable apoyo y comprensión durante mi crecimiento profesional, a mis hermanos Omar y Izabel; porque son las personas que me inspiran en seguir adelante y lograr mis metas.

Mi tesis le dedico con todo mi amor y cariño a mi amado Heberth por su sacrificio y esfuerzo, que compartimos un camino de aprendizaje y crecimiento profesional.

COAQUIRA CANAZA DINA VERONICA



AGRADECIMIENTO

Quiero dar gracias a Dios, quien fue quien permitió alcanzar este momento de mi vida, dándome fuerzas para no rendirme y seguir esforzándome, logrando mis metas.

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, de la Facultad de Ingenierías y Ciencia Puras, Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, por darme la oportunidad de una educación superior, y a su cuerpo docente por haberme brindado su apoyo en mis estudios de pregrado.

A mi asesor Dr. Arnaldo Yana Torres, por su apoyo y orientación.

A la Ing. Karen Kelly Quispe Quispe le agradezco profundamente por su dedicación, paciencia y consejos.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicas.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Hipótesis.....	4



1.5.1 Hipótesis general.....	4
1.5.2 Hipótesis específicas.....	4
1.6 Variables.....	5
1.6.1 Variable independiente.....	5
1.6.2 Variable dependiente	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio.....	6
2.2.1 Antecedentes internacionales	6
2.2.2 Antecedentes nacionales	7
2.2.3 Antecedente regional	9
2.2 Marco teórico	10
2.2.1 Aguas residuales.....	10
2.2.2 Efluentes de la industria textil.....	10
2.2.3 Características del agua residual provenientes de lavado de lana.....	12
2.2.4 Tratamiento de los efluentes del lavado de lana	15
2.2.5 Coagulación	15
2.2.6 Floculación	21
2.2.7 Cloruro férrico (FeCl ₃).....	22
2.2.8 Prueba de jarras para aplicar dosis de coagulante	22



2.3 Marco conceptual.....24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación26

3.2 Diseño de investigación26

3.3 Diseño estadístico.....27

3.4 Lugar de estudio27

3.5 Población28

3.6 Muestra28

3.7 Técnicas para la recolección de datos e instrumentos29

3.8 Materiales y equipos29

 3.8.1 Materiales de laboratorio29

 3.8.1 Reactivos.....29

 3.8.1 Equipos30

3.9 Procedimiento metodológico.....30

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados35

 4.1.1 Objetivo 1: Evaluar las concentraciones iniciales de turbiedad y materia orgánica de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.....35



4.1.2	Objetivo 2: Determinar la dosis adecuada del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román	37
4.1.3	Objetivo 3: Determinar el porcentaje de remoción de turbiedad y materia orgánica provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román	42
4.2	Discusiones.....	58
	CONCLUSIONES.....	60
	RECOMENDACIONES	61
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	62
	ANEXOS	68



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	5
Tabla 2 Métodos estandarizados para análisis	32
Tabla 3 Dosis para cada una de la Test-Jarra	33
Tabla 4 Valores de agua cruda los parámetros a tratar	35
Tabla 5 Resultado de la dosis óptima de los parámetros evaluados y repeticiones ...	37
Tabla 6 Dosis Adecuada del cloruro férrico para la reducción turbiedad	38
Tabla 7 Dosis Adecuada del cloruro férrico para la reducción de DBO	40
Tabla 8 Dosis Adecuada del cloruro férrico para la reducción de DQO	41
Tabla 9 Promedio del tratamiento de turbiedad	42
Tabla 10 Promedio del tratamiento de DBO	42
Tabla 11 Promedio del tratamiento de DQO	43
Tabla 12 Porcentaje de remoción de turbiedad	44
Tabla 13 Porcentaje de remoción de DBO	45
Tabla 14 Porcentaje de remoción de DQO	46
Tabla 15 Resumen del modelo: dosis cloruro férrico y concentración turbiedad. .	47
Tabla 16 Análisis de ANOVA, para medir el impacto de la cantidad de cloruro férrico en la turbidez.....	48
Tabla 17 Coeficientes de la ecuación de regresión cuadrática para la turbiedad en función de la dosis cloruro férrico.....	49
Tabla 18 Resumen del modelo: dosis cloruro férrico y concentración DBO	51



Tabla 19 Análisis de ANOVA, para evaluar el Impacto de la dosis cloruro férrico en la DBO.....	51
Tabla 20 Coeficientes de la ecuación de regresión cuadrática para la DBO en función de la dosis de cloruro férrico	52
Tabla 21 Resumen del modelo: dosis cloruro férrico y concentración DQO.....	54
Tabla 22 Análisis de ANOVA, para evaluar el Impacto de la dosis de cloruro férrico en la DQO	55
Tabla 23 Coeficientes de la ecuación de regresión cuadrática para la DQO en función del cloruro férrico	56



ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Fases de la coagulación.....	17
Figura 2 Ubicación de planta de la Empresa Tops.....	28
Figura 3 Toma de muestra en punto del proceso de lavado de lana.....	31
Figura 4 Resultado inicial	36
Figura 5 Comportamiento del cloruro férrico en la reducción de turbiedad	39
Figura 6 Comportamiento del cloruro férrico en la reducción de DBO	40
Figura 7 Comportamiento del cloruro férrico en la reducción de DQO	41
Figura 8 El promedio de los tratamientos de DBO comparadas con VMA	43
Figura 9 Promedio de los tratamientos de DQO comparadas con los VMA	44
Figura 10 Porcentaje de la eficiencia de remoción de la turbiedad	45
Figura 11 Porcentaje de la eficiencia de remoción de DBO	46
Figura 12 Porcentaje de la eficiencia de remoción de DQO.....	47
Figura 13 Relación entre la dosis del cloruro férrico y la turbiedad	50
Figura 14 Relación entre la dosis de coagulante y la DBO	54
Figura 15 Relación entre la dosis de coagulante y la DQO	57



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la eficiencia del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román, se plantea realizar un tratamiento de coagulación y floculación aplicando la metodología; tipo aplicativo con el enfoque cuantitativo experimental. Se evaluó en el laboratorio las dosis adecuadas el producto químico, como coagulante el cloruro férrico, para lo cual, se realizó antes del tratamiento una caracterización, donde se obtiene valores de turbiedad 1800 NTU, DBO 1200 mg/l y DQO 3120 mg/l, a un pH de 8 y temperatura de 25 °C. Por tanto, se aplicó el FeCl_3 con las siguientes dosis; 15, 20, 30 y 40 mg/l. En el que, la máxima eficiencia de remoción con las dosis de 30 mg/l de FeCl_3 , alcanzando una turbidez 4.6 NTU; DBO 92.65 mg/l; DQO 201.5 mg/l. Finalmente, logrando la mayor remoción de Turbiedad 99.74%; demanda bioquímica de oxígeno 92.28 % y demanda química de oxígeno 93.54%. En conclusión, que el cloruro férrico es eficaz para tratamiento de aguas provenientes del lavado de lana.

Palabras claves: Cloruro férrico, eficiencia, lavado de lana, materia orgánica, turbidez.



ABSTRACT

The main objective of this investigation is to evaluate the efficiency of ferric chloride for the removal of turbidity and organic matter from waters from the wool washing of the Tops de San Román Company. It is suggested to carry out a coagulation and flocculation treatment applying the methodology; application type with the experimental quantitative approach. The appropriate doses of the chemical product were assessed in the laboratory, such as ferric chloride as a coagulant, for which a characterization was carried out before treatment, where turbidity values of 1800 NTU, BOD 1200 mg/l and COD 3120 mg/l were derived. at a pH of 8 and temperature of 25 °C. Therefore, FeCl₃ was applied with the following doses; 15, 20, 30 and 40 mg/l. In which, the maximum removal efficiency with doses of 30 mg/l of FeCl₃, reaching a turbidity of 4.6 NTU; BOD 92.65 mg/l; COD 201.5 mg/l. Finally, achieving the highest Turbidity removal 99.74%; biochemical oxygen demand 92.28% and chemical oxygen demand 93.54%. In conclusion, ferric chloride is effective for treating water from the wool wash.

Keywords: Ferric chloride, efficiency, wool washing, organic matter, turbidity.



INTRODUCCIÓN

El sector textil es un gran usuario de recursos hídricos. La industria textil está formada por un grupo de grandes, medianas y pequeñas empresas especializadas en la producción, teñido, lavado y preparación de productos; no obstante, las preocupaciones medioambientales de cada empresa de este sector son diferentes. Sin embargo, lo que tienen en común debido a que las materias primas pasan por un ciclo de procesos químicos en soluciones acuosas, lo que se plantea importantes problemas. (Ospina & Betancur, 2016). La industria textil es una Industria con un alto requerimiento de agua para el proceso de producción. Para producir 1 kilogramo de productos textiles se necesitan de 100 a 200 litros de agua. El agua residual proveniente sufre una alta contaminación por la presencia de químicos utilizados en la fabricación, incluyendo colorantes, surfactantes, sales inorgánicas y otros compuestos. (Gilpavas & Castaño, 2017)

Las aguas depuradas del lavado de lana tienen DQO y grasa elevada, la alta concentración de contaminantes en la lana sucia, obliga a tratar las aguas generadas durante el lavado dentro de la misma empresa, posteriormente, las aguas depuradas industriales son canalizadas a la red general de saneamiento, donde se combinan con aguas urbanas y pluviales, llegando finalmente a la estación depuradora (Patrocinio, 2016). Para tratar las aguas residuales existen diversos procesos que conducen a la eliminación, degradación o transformación de los colorantes del agua, es uno de los objetivos de los procesos que conducen a la erradicación de sólidos suspendidos en el agua que es la coagulación (Berrio & Rodríguez, 2012).



Este estudio de investigación se compone de los siguientes capítulos: capítulo I; comprende todas las partes de pregunta de la investigación, la descripción de la problemática, los objetivos y la justificación del estudio, capítulo II; en el marco teórico se reseña la estructura del contexto, cuentan con el apoyo teórico y las variables. Capítulo III; en la metodología se describe la proyección del estudio, la metodología. Terminando en el capítulo IV; se presentan los resultados y la discusión. Además de mostrar la conclusión y recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación problemática

La problemática se da a nivel internacional, las empresas textiles son una de las más contaminantes de la industria contribuyendo a los impactos ambientales de la industria que se derivan principalmente de las aguas residuales que produce, las cuales contienen una carga química considerable que deteriora el entorno. (Ronderos, 2021)

En la industria textil peruana, la lana se destaca como una materia prima altamente valorada, sin embargo, su origen y características presentan ciertos desafíos antes de ser utilizada en la fabricación de tejidos, la lana pasa por una serie de procesos como el lavado, desengrasado y acabado. Muchos de estos procesos se ejecutan en húmedo y producen desechos que se desembocan al medio ambiente, alterando su composición fisicoquímica y a los organismos que viven en él (Salvador & Aldave, 2019).



En la provincia San Román, la lana es probablemente una de las primeras fibras de uso textil, debido al uso intensivo de agua y sustancias químicas en sus procesos industriales, el sector industrial textil actualmente está siendo objeto de preocupación. La importancia de la utilización del agua es indispensable para el procedimiento de limpieza de la lana, que es una operación íntegramente húmeda que se eliminan impurezas naturales acumulando por los animales en sus fibras, es importante aludir para el lavado se utilizan sustancias químicas, como detergentes para su aclarado y así ser procesarlos o vender al extranjero. La finalidad del proyecto pretende disminuir los contaminantes del agua residual procesada de forma inadecuada sin tratamiento.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Qué eficiente será del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román?

1.2.2 *Problemas específicas*

1. ¿Cuáles son las concentraciones iniciales de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román?
2. ¿Qué dosis adecuada del cloruro férrico removerá la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román?



3. ¿Cuál será el porcentaje de remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la eficiencia del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.

1.3.2 *Objetivos específicos*

1. Evaluar las concentraciones iniciales de turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.
2. Determinar la dosis adecuada del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.
3. Determinar el porcentaje de remoción de turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.

1.4 Justificación

Muchos procesos industriales requieren agua; las aguas residuales textiles representan una grave amenaza que implica un riesgo ambiental y sanitario, si no se les aplica un tratamiento de depuración antes de su descarga (Calienes & Gomez, 2019).



Una alternativa para atenuar el impacto ecológico de las descargas de aguas desechadas textiles de lanera, se utiliza tratamientos eficaces y económicos. La depuración fisicoquímica del agua tratada es básica para preservar el recurso y prevenir la degradación de los cuerpos receptores de agua (Gómez, 2005).

El tratamiento analizado en esta investigación contribuirá a la disminución del impacto ambiental de los contaminantes. Para separar partículas coloidales finas y estables en el agua, la coagulación-floculación se revela como un método efectivo. Al realizar pruebas de jarra al efluente residual, el estudio emplea un coagulante de cloruro férrico en la efectividad del proceso de tratamiento fisicoquímico simulado. Que se asume como objeto reducir la turbidez y materia orgánica de las aguas depuradas generadas durante la etapa de lavado de la fibra en la Empresa Tops.

1.5 Hipótesis

1.5.1 *Hipótesis general*

El cloruro férrico permitirá remover la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

1. La turbidez y materia orgánica que contiene las aguas provenientes del lavado de lana exceden las concentraciones iniciales.
2. La dosis adecuada del cloruro férrico ayudará considerablemente para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.



3. La remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román obtiene un mayor porcentaje de reducción.

1.6 Variables

1.6.1 Variable independiente

Eficiencia del cloruro férrico

1.6.2 Variable dependiente

Remoción de la turbiedad y materia orgánica

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN DE ANÁLISIS	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente Eficiencia del cloruro férrico	Dosis de cloruro férrico	15, 20, 30, 40	mg/L
Variable Dependiente Remoción de la turbiedad y materia orgánica	Parámetro	Turbiedad, DBO y DQO	mg/L



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.2.1 *Antecedentes internacionales*

Hernández et, al. (2016) llevaron a cabo un tratamiento fisicoquímico de coagulación-floculación a escala de laboratorio, empleando la prueba de jarra, en efluentes de curtiduría que habían sido previamente tratados biológicamente. En su investigación un coagulante químico (cloruro férrico) con una dosis fija 30 ml/l. su propósito fue examinar el impacto del coagulante en la habilidad de remover la turbidez. La metodología del investigador se estructuró en dos etapas. La etapa inicial se enfocó en determinar el pH óptimo de 11, lo que permitió que el coagulante actuara de forma eficiente. En seguidamente, en la segunda etapa que estableció la dosis ideal de cada coagulante. Se descubrió que la dosis adecuada de cloruro férrico era de 10mL/L, logrando una eliminación total de la turbidez (100%). En la segunda etapa el coagulante logro remover la turbidez a niveles no detectables.



Concluyendo que el tratamiento fisicoquímico de coagulación-floculación aplicado logró generar un efluente con una turbidez que está en conformidad con la normativa ambiental venezolana.

En su investigación Quispe (2019) tiene como título "estudios de tratamiento de aguas desechas de equipos CIA" del Alto de La Paz. Con el objetivo de reducir y eliminar el impacto de las operaciones textiles al medio ambiente conforme al Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero "RASIM" para ello fue necesario caracterizar la contaminación. Determinando los tratamientos apropiados para el tratamiento bajo los tres métodos: organolépticos, físico químico y químico; monitoreando sus factores de desempeño y variables de respuesta para lograr. La viabilidad y la implementación del modelo de tratamiento elegido pueden ayudar viabilidad técnica del método elegido y cumplimiento de la normativa de la autoridad reguladora. Finalmente, como parte de su investigación, considere las enzimas como alternativas y fuentes de tratamiento de agua textil con un alto rendimiento de tratamiento del 90% de acuerdo a sus procesos.

2.2.2 Antecedentes nacionales

En su estudio Calienes & Gómez (2019) aplicaron un tratamiento fisicoquímico de coagulación y floculación a escala de laboratorio para lograr que el efluente cumpliera con los VMA y permitiera su posible reúso en el proceso la dosis optima de producto químico, teniendo como coagulante al cloruro férrico al 40% y el floculante no iónico MT-FLOC 4298 al 0.2% es adecuada para disminuir la DBO5 y la DQO en el efluente del lavado de la fibra de alpaca es un objetivo crucial para la empresa textil. En la metodología realizo el procedimiento experimental por medio de ensayo de prueba de jarras (JAR TEST), se tomaron



muestras del agua purificada para su análisis, en seguidamente envió al laboratorio, contrastando los resultados obtenidos con los parámetros determinado por el D.S. N°-2009-VIVIENDA. En los resultados se descubrió con 240 ppm de coagulante y 1.4 ppm de floculante, alcanzando una remoción del 95.17% de STS, 94.25% de aceites y grasas, 82.54% de DBO5 y 78.54% DQO. Concluyó que el efluente tratado puede reutilizarse con dos etapas: 15% destinado a limpieza de pisos y máquinas y 38.2% para reposición del agua en las tinas de remojo

En el estudio de Zevallos et, al. (2020) realizaron un estudio para analizar el tratamiento fisicoquímico de los efluentes de la industria textil lanera, en Arequipa, con el objetivo de cumplir con los VMA. En el tratamiento, se aplicaron tricloruro férrico (FeCl_3) al 40% y MT-FLOC 4299 al 0,1% como coagulante y floculante, respectivamente. Previamente se analizó el efluente, tanto al principio como al final del tratamiento. Esto abarca la medición de parámetros como pH, temperatura, DBO5, DQO, TSS, aceites y grasa, turbidez, entre otros. Se realizaron pruebas de jarras (Jar-test) para encontrar la dosis ideal del coagulante y floculante, con tres tratamientos a diferentes velocidades de agitación (50, 200 y 40 rpm) y un periodo de sedimentación de 10 minutos. Los resultados mostraron una turbidez inicial que fluctuó entre 200 y 800 NTU. Se logró una remoción de turbidez del 89% en función de la turbidez media de 526.97 NTU, utilizando una dosis de 200 mg/L de tricloruro férrico y 0,8 mg/L del floculante polimérico catiónico MT-FLOC 4299. El tratamiento logró una remoción de contaminantes significativa: 84,98% en aceites y grasas, 82,56% en DBO, 79,37% en DQO, 99,60% en TSS, 96,68% en sólidos que se asientan y 75,66% en cianuro total.



Con estos resultados se respeta la normativa peruana, lo que indica la viabilidad de la aplicación de este tratamiento a gran escala.

Fernández (2018) su investigación presentó una técnica combinada que se basa en un reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB). Los residuos del lavado de lana en la industria textil, realizo para el tratamiento con una capacidad de diseño del biorreactor anaeróbico UASB fue de 42 L, tiempo 25,4 horas de retención hidráulica. Se aislaron dos cepas de bacterias de las aguas residuales de la fábrica. Las cuales se caracterizaron molecularmente como *Kutrthia gibsonii* y *kurthia sp.* Para el reactor aerobio se trabajó con una capacidad de 20 L con un tiempo de retención hidráulica 5 días y volumen de aire 28,22 kg/día. Cuando se combinaron ambos tratamientos, la tasa de eliminación de DBO5 fue del 87,05%; DQO es 85,04% y el A y G es 89,75%. Seleccionó estos parámetros porque las aguas depuradas de la industria textil se vierten a la red de alcantarillado. Con esto consigue el tratamiento combinado de anaerobio/aerobio para reducir estos parámetros y garantizar que la empresa no sea multada por descargas aguas residuales.

2.2.3 Antecedente regional

Ponce (2023) Señala que el propósito de su estudio fue estimar el porcentaje de partículas de agregados y materia orgánica removidas de la suspensión por electrocoagulación en el área de lavado de lana de la Empresa Textil Don Francisco. El método utilizado fue aplicado con un diseño de investigación experimental y muestras tomadas de la industria textil del distrito de Juliaca. los análisis preliminares indicaron que la muestra contiene 3090 mg/l de sólidos suspendidos, 6912 mg/l de demanda química de oxígeno y 3266 mg/l de



demanda bioquímica de oxígeno, todas excediendo el límite máximo permisible para aguas residuales no domésticas. Las tasas máximas de eliminación de SST, DQO y DBO5 fueron 81,93%, 77,60 y 65,70%. El autor indica que ha demostrado que los sistemas de electrocoagulación de amperajes hidráulico y tiempo de retención eliminan el total de sólidos suspendidos y compuestos orgánicos del agua textil con tasas de eliminación que oscilan entre 65,70% y 81,93%.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Aguas residuales

La carencia de servicios esenciales de agua y saneamiento es un problema global, pero lo fundamental es que en el futuro se incrementará, incluso en áreas que ya cuentan con agua. Con el fin de encontrar métodos robustos de purificación y tratamiento de agua que sean rentables y con un menor consumo de energía, tengan un impacto mínimo en el medio ambiente y no requiera productos químicos, se deben llevar a cabo investigaciones variadas. Las aguas residuales son aquellas que han sido contaminadas por desechos líquidos generados por actividades antropogénicas que necesitan tratamiento antes de su descarga al medio ambiente. Actualmente, estas aguas son drenadas por la red de alcantarillado o liberadas en aguas naturales. (Tacza, 2017).

2.2.2 Efluentes de la industria textil

La contaminación acuática es un problema global con graves consecuencias para la salud ambiental, dado que el agua representa un recurso vital para la existencia. La industria textil genera un gran volumen de aguas depuradas que contaminan significativamente las fuentes de agua. Las aguas depuradas textiles son ricas en olores químicos y diversos tintes. En este contexto,



los tintes se consideran una de las partes más dificultosas en la depuración y potabilización de aguas depuradas debido a la complejidad de su composición química. Los residuos de la industria textil presentan una alta concentración de compuestos químicos, tanto orgánicos como inorgánicos, debido al uso de aditivos en los procesos de producción (Fernández, 2018). Los plaguicidas utilizados en los procesos de pre acabado (como la producción de fibras animales y el cultivo de algodón), los contaminantes microbiológicos (como hongos y bacterias) y los contaminantes adicionales (como el alquitrán y el colorante para el marcado de ovejas) se detectan en las aguas depuradas de proceso que provienen del procesamiento de la fibra natural. Esto es especialmente crucial para el proceso de fibras de origen animal. Las pautas para abordar las corrientes de aguas depuradas particulares en la fabricación de textiles (Internacional, 2007).

Lavado:

Para eliminar la tierra, las impurezas vegetales, la grasa (lanolina) y otros contaminantes que se encuentran en las fibras, se utilizan agua caliente y detergentes. El agua y los álcalis son comunes para lavar la lana; sin embargo, también se puede lavar con disolventes orgánicos. El lavado con álcali elimina las impurezas del baño y descompone los agentes surfactantes y los aceites naturales. El efluente resultante del lavado tiene un alta alcalinidad y cargas significativas de DBO5 y DQO (Internacional, 2007).

En este proceso, la fibra se somete a un lavado que elimina las ceras naturales pesticidas, aceite de semilla de algodón y componentes de celulosa. Para realizar esta extracción se emplean soluciones alcalinas calientes, como hidróxido de sodio o hidrosulfito de sodio, en el proceso. Los contaminantes



restantes son sustancias activas. Debido a la contaminación de fibra y el nivel de compuestos alcalinos utilizados, este proceso contribuye a aumentar la DQO de los residuos (Paredes, 2016).

Blanqueamiento:

Este proceso elimina el color amarillo del algodón y otras fibras textiles se blanquean comúnmente por medio de oxidación con peróxido de hidrógeno. Durante el proceso de producción reutilizan productos químicos auxiliares como H_2SO_4 , HCl , Na_2CO_3 y agentes quelantes. Estos contribuyen a la reducción de aguas depuradas de la industria textil. Debido al uso de todos estos productos, los efluentes tienen altos sólidos, alta demanda química (DQO) provocando altos niveles de oxígeno disuelto se origina por la degradación del peróxido de hidrógeno a lo largo de este proceso (Paredes, 2016).

2.2.3 Características del agua residual provenientes de lavado de lana

Los efluentes se componen principalmente de materias sólidos relativamente inertes, tenso activo no iónico, componentes orgánicos solubles y emulsionados, y pesticidas presentes en la materia prima (Coaquira, 2017).

La grasa, el elemento clave emulsionado en la limpieza, es difícilmente biodegradable. La mayoría de los contaminantes son sólidos inertes, que se componen principalmente de macropartículas de materiales arcillosas. La suarda está compuesta por sólidos orgánicos solubles y polímeros coloidales (proteínicos). La suciedad está compuesta principalmente por micro partículas de materiales húmicas por materiales relativamente inertes, capaces de formar suspensiones altamente estables, y por materiales arcillosos, moléculas complejas y de gran tamaño extraídas de la materia orgánica (Coaquira, 2017).

Categoría de los efluentes del lavado de la lana:

Efluente pesado. Contiene una emulsión estable con una elevada concentración de sólidos que se disuelven en agua (Suint), disolventes solubles en grasa y desechos. (Coaquira, 2017).

El desecho del enjuague. A pesar de tener bajos niveles de suciedad, este recipiente contiene entre 6 y 7 litros de agua, lo que corresponde a dos tercios de su capacidad total por kilogramo de lana sucia (Coaquira, 2017).

Los residuos sólidos comprenden la suciedad, las fibras cortas y la materia vegetal que se ha extraído durante las operaciones de apertura (Coaquira, 2017).

Las características fisicoquímicas y microbiológicas son fundamentales para obtener información sobre las propiedades de las aguas. La cuantificación de la descripción de los contaminantes en las aguas depuradas debe basarse en las características previamente mencionadas (Espinoza, 2024).

A. Características físicas

- **Temperatura**

Debido a que las aguas residuales contienen agua caliente procedente de industrias, su temperatura puede fluctuar. Los cambios de temperatura están asociados con efectos sobre la rapidez de las reacciones químicas, la actividad microbiana y la disolución de las sales (Coaquira, 2017).

- **Turbiedad**

Este parámetro determina el estado del aguas depuradas o naturales que se componen de material coloidal y contaminante

suspendido. La muestra de agua no permite que los ases de luz pasen por el material coloidal disperso. La turbidez es un parámetro óptimo del agua que provoca que los rayos de luz se desperdigen y se impregnen en lugar de ser transmitidos. La presencia de SS juega un papel fundamental en la difusión de la luz al atravesar una muestra (Espinoza, 2024).

B. Características químicas

- **Potencial de hidrogeno (pH)**

Las aguas depuradas industriales tienen valores diferentes según la actividad. Un valor de pH inadecuado puede inhibir o estimular el desarrollo microbiano que interfieren con los procesos químicos, el pH debe estar dentro de un rango determinado (Coaquira, 2017).

- **DBO**

Especifica la cantidad de oxígeno necesaria para los hongos, bacterias y microorganismos del agua requieren y consumen. Implica la eliminación de la materia orgánica mediante reacciones químicas impulsadas por microorganismos en presencia de oxígeno, bajo condiciones específicas de tiempo y temperatura, y con un proceso de degradación que se calcula en 5 días. El DBO_5 es un biomarcador de la contaminación acuática, porque, a mayor presencia de estos organismos, el agua se contaminará más. Su capacidad de albergar vida disminuye si el DBO_5 tiene valores altos, lo que indica que tiene menos oxígeno disuelto (OD) (Requena, 2021).

- **DQO**

La DQO abarca toda la materia oxidable, especialmente algunos minerales (sulfuros y sulfitos) y la mayor parte de los compuestos orgánicos. La intensa oxidación de un análisis de DQO, que utiliza calor y dicromato de potasio en medio sulfúrico, solo afecta a algunos hidrocarburos y compuestos nitratos (Bonilla, 2010).

2.2.4 Tratamiento de los efluentes del lavado de lana

El lavado de la lana es una operación diseñada para separar las fibras de los componentes excretados por las ovejas, la grasa de la lana, la suciedad y las sustancias vegetales u otras que quedan en la lana, así como los productos químicos del proceso de crecimiento. Esta es la preparación de la fibra necesaria antes del procesamiento posterior. Los tratamientos buscan eliminar impurezas y suelen tener dos etapas: separación de partículas emulsionadas, suspendidas y la disolución de las impurezas. Los tipos de tratamiento de los efluentes son; físicos, químicos y biológicos. Los físicos modifican la composición de sustancias extrañas existentes en el agua. Los productos químicos cambian la estructura de los contaminantes en el agua y los microorganismos biológicos los utilizan para fragmentar las moléculas contaminantes del agua (Morales & Huaman, 2022).

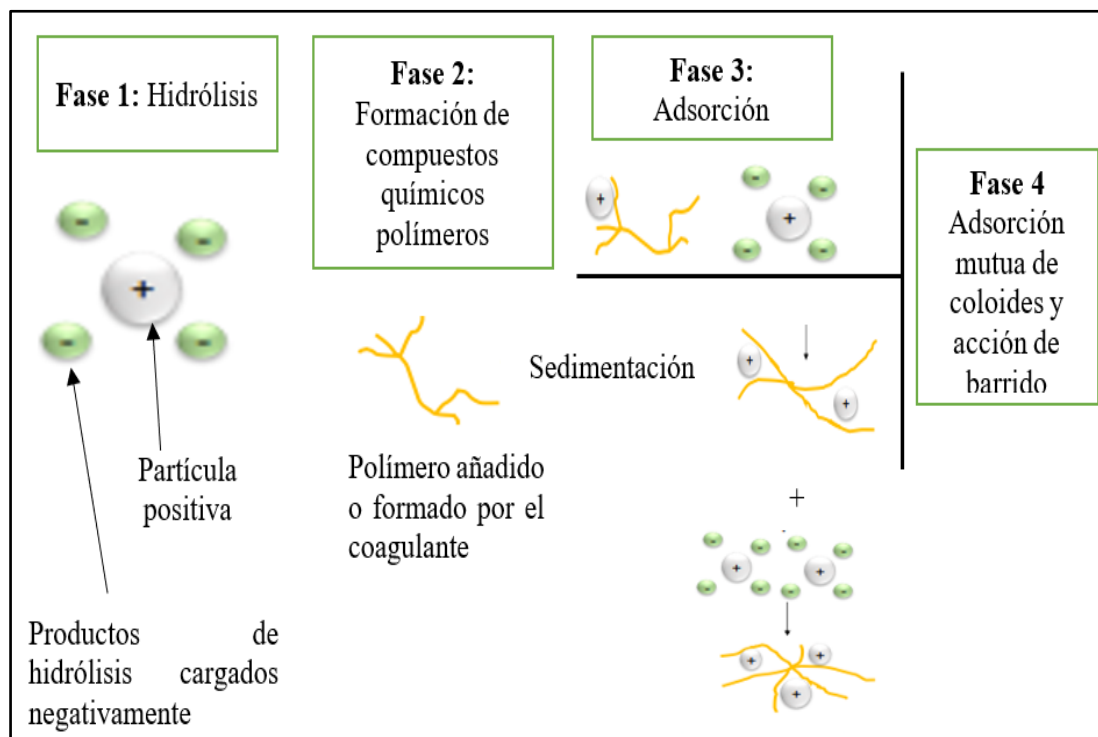
2.2.5 Coagulación

Cuando una sustancia realmente se disuelve en agua, se dispersa en forma molecular o iónica. El tamaño de "partícula" del soluto, suelen tener entre 2×10^{-4} y 10^{-3} micras. Las partículas no pueden sedimentarse, de igual manera no se podría eliminar mediante filtrado normal (Odria, 2021). La técnica de floculación y coagulación es un método fisicoquímico de tratamiento de aguas depuradas



ampliamente utilizado por que son muy efectivos para eliminar grandes cargas contaminantes y han despertado un interés cada vez mayor en los últimos años. El procesamiento es necesario para permitir la mezcla de sus procesos físico y químicos, considerando el tiempo efectivo, por ejemplo; esto permite realizar el procesamiento en un tiempo más corto, diferencia de terapia tradicional del tratamiento de la DBO (Daviran & Caro, 2019).

La mezcla rápida debe proporcionar una fuerte turbulencia para que el coagulante pueda dispersarse rápida y uniformemente en un tiempo determinado. Como coagulante se pueden utilizar sales de aluminio específicamente el sulfato de aluminio. Se podrían agregar insumos adicionales si las pruebas de laboratorio indican que su uso para mejorar la eficiencia de la coagulación es apropiado. Puesto que, se deben utilizar entradas adicionales para regular el valor de pH correspondiente a una coagulación óptima. En zonas de mayor turbulencia se deben utilizar coagulantes y coadyuvantes de coagulación y floculación para asegurar su distribución uniforme en el agua (Trujillo & Duque, 2014). De esta manera se generan 20 segundos diferentes fases de coagulación en un tiempo relativamente corto. El proceso inicia con la hidrólisis del coagulante, seguida de la eliminación de partículas en suspensión por medio de la desestabilización. Luego, se generan compuestos poliméricos que se unen a los coloides (metales en suspensión). Finalmente, se produce la adsorción mutua de coloides y se aplica un enjuague:

Figura 1*Fases de la coagulación*

Nota: Tomada por (Rodríguez, 2020).

A. Tipos de coagulación

• Coagulación por absorción

Ocurre en aguas con un gran número de partículas microscópicas. Al adicionar el coagulante, los coloides interactúan con los productos solubles del coagulante, absorbiéndolos y se forman los flóculos casi de inmediato (Odra, 2021).

• Coagulación por barrido

En aguas claras con baja turbidez y una concentración limitada de partículas coloidales, esta forma de coagulación ocurre. Las partículas son atrapadas debido a la sobre precipitación máxima de sulfato de aluminio o cloruro férrico (Calienes & Gomez, 2019).



B. Mecanismos de la coagulación

Se profundizó en el entendimiento de los mecanismos que controlan la interacción entre los floculantes y las partículas coloidales en el agua de la siguiente manera: neutralización de carga, puenteo, parcheo electrostático y de barrido. Para perfeccionar la dosificación de coagulantes y floculantes en aguas depuradas, se considera el mecanismo de adsorción, donde los coagulantes se adhieren a los coloides por medio de fuerzas intermoleculares. Esto desestabiliza los coloides y suspensiones, y posteriormente reorganiza la conformación del polímero adsorbido promueve la agregación de las partículas suspendidas en grandes flóculos, facilitando su posterior sedimentación (Gallardo, 2017).

- **Compresión de la doble capa**

En la solución acuosa, la manifestación de contraiones en la capa difusa aumenta cuando aumenta la concentración total de iones, es decir, la fuerza iónica. Disminuyendo el tamaño de la capa, esto elimina la barrera potencial positiva y da prioridad a las fuerzas atractivas en lugar de las repulsivas. El aumento del tamaño de los flóculos comienza en este momento (Navarro, 2012).

- **Neutralización de la carga**

Cuando un electrolito disuelve en agua, se liberan iones positivos que tienen suficiente carga para contrarrestar la carga de las partículas coloidales (Coaquira, 2017).



- **Adsorción y enlace de puente interpartícula**

Algunos coagulantes unen las partículas coloidales mediante la adsorción de sus radicales o extremos en la superficie de las partículas. La ruptura de enlaces y el repliegue de segmentos del coagulante pueden, bajo ciertas condiciones, restablecer la estabilidad del sistema si se agita de forma prolongada (Simorte, 2010).

- **Inmersión dentro de un precipitado**

Los coagulantes generan precipitados insolubles en agua. Las partículas coloidales permanecen en la precipitación como núcleos de precipitación (Bermeo & Salazar, 2013). Se generan cuando la cantidad de coagulante excede la solubilidad en el agua. Los hidróxidos formados precipitan junto con el coagulante, creando un flóc de barrido esponjoso que atrae coloides y partículas suspendidas al caer y las obliga a decantar dentro del precipitado que cae (Simorte, 2010).

C. Factores que influyen en la coagulación

La interdependencia de estos factores permite predecir las dosis óptimas de coagulante.

- **Influencia del pH**

El pH es fundamental en la coagulación-floculación, ya que un incremento de la concentración de iones H_3O^+ desestabiliza la suspensión coloidal al neutralizar la carga que presentan las partículas después de haber incorporado iones OH^- a su estructura. Es crucial que el pH se encuentre



dentro de los límites óptimos que minimiza la solubilidad de los iones metálicos del coagulante empleado. (Cardona & Grajales, 2014)

- **Influencia de Turbiedad (NTU)**

La turbidez afecta la aglomeración de partículas. Esto está relacionado con la cantidad de coagulante añadido. Para cada turbidez existe una manifestación óptima de coagulante. La manifestación de floculante en el agua se acrecienta con la turbidez, pero no proporcionalmente. Por otro lado, para partículas coloides, si la turbidez es muy baja, se requiere una mayor cantidad de coagulación porque la probabilidad de colisiones entre partículas es menor (Ponceca et al., 2018).

- **Influencia de Temperatura del agua**

La velocidad de formación del floculo y la efectividad de la coagulación están significativamente influenciadas por la temperatura del agua. Para asegurar o lograr la formación de flóculos adecuados, se debe incrementar la cantidad de productos químicos utilizados para coagular a medida que el agua se vuelve más fría (Cardona & Grajales, 2014).

- **Tipo del coagulante utilizado**

Dosis bajas de coagulante no neutralizan totalmente la carga de las partículas, formando microfloculos es muy rara, lo que da como resultado una alta turbiedad residual (Oviedo & Alarcon, 2017).

Un exceso de floculante puede invertir el proceso en la acumulación de partículas, lo que lleva a la alineación de una gran cantidad de



microflóculos de tamaño muy pequeño y una alta turbiedad residual debido a su muy lenta velocidad de sedimentación. (Oviedo & Alarcon, 2017)

- **Condiciones de mezcla**

Para que las moléculas del agua tengan un mejor contacto con el coagulante, la mezcla requiere un alto nivel de energía mecánica debido a que el movimiento browniano es insuficiente. Las turbulencias irregulares provocan una distribución desigual del coagulante, concentrándolo en algunos puntos, por lo que la mezcla debe ser uniforme e intensa. (Oviedo & Alarcon, 2017). Para una coagulación óptima, el coloide debe neutralizarse por completo antes de que comience a formarse un coágulo. Dado que el objetivo principal al introducir un coagulante es la neutralización del coloide, el reactivo utilizado debe difundirse lo más rápido posible ya que el tiempo de coagulación es muy corto (1s) (Bermeo & Salazar, 2013).

2.2.6 Floculación

El fenómeno físico y químico de la floculación es la creación de conglomerados de flocúlos o partículas a partir de los coágulos creados durante el proceso de coagulación. Las partículas más grandes y densas sedimentarán más rápido, lo que significa que este parámetro es fundamental para la separación. La agitación utilizada determina una floculación adecuada. Los flocúlos se unen mediante una agitación lenta, mientras que una agitación rápida los rompe. Los floculantes, que son polímeros o poli electrolitos de gran peso molecular y solubles en agua se utilizan con frecuencia para mejorar la floculación (Saavedra & Tapia, 2016).



2.2.7 Cloruro férrico ($FeCl_3$)

Se puede encontrar en presentación sólida o líquida, siendo la forma líquida la más común en el proceso de tratamiento de agua. La fórmula teórica de la forma sólida es $FeCl_3 \cdot 6H_2O$; es de color pardo y deliquescente. Es necesario protegerla del calor ya que se disuelve fácilmente a $34^\circ C$ en su agua de cristalización, lo que lo hace muy soluble. un 40% de $FeCl_3$ se encuentra en la forma líquida comercial. Es recomendable utilizar el Fe equivalente para manifestar la dosis de coagulantes, que alcanza el 20,5% en la fórmula sólida y el 14% en la solución acuosa comercial con el fin de evitar confusiones entre los componentes del producto puro y del producto comercial. El cloruro férrico en solución acuosa se reduce con rapidez a cloruro ferroso ($FeCl_2$), cuando hay hierro presente (Delgado, 2018). Al compararlo con otros coagulantes, el cloruro férrico tiene ventajas; entre ellas se pone de relieve su eficiencia en una amplia gama de temperaturas y pH. Además, crea iones trivalentes grandes que son necesarios para la coagulación (Zerbatto et al., 2009).

2.2.8 Prueba de jarras para aplicar dosis de coagulante

Es fundamentalmente un agitador múltiple de velocidad variable que tiene la capacidad de generar turbulencia en seis vasos de precipitado al mismo tiempo. El propósito de este ensayo es replicar las circunstancias en las que la planta de tratamiento experimenta floculación. Debido a que la prueba de jarras es un ensayo que se realiza regularmente para evaluar el funcionamiento de las plantas, no implica que pueda llevarse a cabo de manera descuidada, lo cual lamentablemente suele ocurrir con frecuencia, y por lo tanto no se obtienen resultados verdaderos al realizarse de esta manera (Delgado, 2018).

El proceso consiste en verter el agua depurada en un tanque decantador y agregar gradualmente cantidades variables de floculante. La agitación de material de vidrio rápidamente para homogeneizar el medio, luego agite lentamente para promover la floculación. Luego se deja el vaso por un tiempo y se analiza el agua. Este método implica ajustar el valor del pH, seleccionar el coagulante y sus dosis adecuada, seleccionar la velocidad de las paletas y el tiempo de agitación, y un posterior periodo de reposos (Ponceca et al., 2018).

A. Etapas de la prueba de jarras

Las condiciones operacionales que se desarrollan en la prueba son:

- **Agitación rápida**

Con el fin de asegurar que el coagulante interactúe con todas las partículas coloidales del agua, disminuyendo su estabilidad y comenzado el proceso de aglomeración para la formación de flóc. El tiempo estimado es de 30 a 100 revoluciones por minuto y depende del tiempo de coagulante y sus características (Ocaña, 2022).

- **Agitación lenta**

No puede durar más de 15 minutos como máximo, ya que puede afectar la calidad del flóc que se está formando, la aparición de burbujas y disminuir las partículas que se sedimentaran del tipo de coagulante que se use y sus propiedades (Ocaña, 2022).

- **Sedimentación**

Es la última etapa del proceso y toma alrededor de 30 minutos. Es el tiempo necesario para que las partículas se sedimenten (Ocaña, 2022).



2.3 Marco conceptual

Aguas residuales

Se consideran agua contaminada porque provienen tanto de fuentes domesticas como industriales. Una vez ya ha sido utilizado, se convierte en residuo y no puede volver a consumirse, por lo que pasa a ser un residuo (Salvador & Aldave, 2019).

Cloruro Férrico

Esta solución, caracterizada por su color marrón oscuro (ámbar) y su viscosidad suave, es el resultado de la combinación del mineral de hierro con ácido clorhídrico y cloro es importante destacar que, en forma compacta, posee una alta afinidad por la humedad del ambiente (Rodriguez et, al. 2018).

Coagulación

Este proceso implica la inestabilidad de partículas coloidales mediante la incorporación de reactivos químicos, conocidos como coagulantes. Esto se hace neutralizando cargas (Montes & Claudio, 2023)

DBO5

La DBO5 representa el nivel de oxígeno que necesitan los microorganismos descompongan la materia orgánica que se encuentra en las aguas residuales, teniendo en cuenta el tiempo de curado y las condiciones de temperatura 20°C (5 días) parámetro del agua (Montes & Claudio, 2023).

DQO

Este método mide la cantidad de oxígeno presente en las aguas depuradas, que disminuye por la retención de humedad y la bioactividad



microbiana. Se emplea un oxidante químico potente para descomponer la materia orgánica. (Córdor & Leiva, 2019).

Flóculos

Las partículas creadas después del proceso de coagulación, se pueden pulir con o sin el uso de reactivos químicos debido a las colisiones en la fase de mezcla lenta posterior a la coagulación (López, 2022).

pH

Mide la acidez o iones hidronio, que determina la acidez o alcalinidad de una solución. (López, 2022).

Turbiedad

La turbidez se expresa en unidades de medida como Unidades de Turbidez Nefelométrías (NTU) o Unidades de Turbidez de Formazina (FTU) y sirve como indicador del estado del agua y la existencia de contaminantes (Garibay & Zanabria, 2023).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque la investigación se centra en aspectos observables y estos son susceptibles a ser cuantificados empleando la magnitud de la relación entre las variables. (Sampieri, 2014).

3.2 Diseño de investigación

Esta investigación es de enfoque cuantitativo, consiste en la observación o miden los fenómenos que no son afectados por el investigador. Es fundamental que las decisiones esenciales sobre el método se definan antes de comenzar la recolección de datos (Sampieri, 2014). Para la consecución del objetivo general, se empleó un diseño experimental basado en pruebas de jarras a escala de laboratorio, las cuales facilitaron la simulación de los procesos de coagulación, floculación y sedimentación, con el objetivo de evaluar la eficacia del cloruro férrico en la remoción de turbiedad y materia orgánica del agua depurada deriva del lavado de lana de la empresa Tops de San Román.



3.3 Diseño estadístico

Modelo de regresión de segundo grado o cuadrática:

La regresión cuadrática emplea una función cuadrática para el análisis estadístico, para modelar relaciones no lineales entre variables. Esta función tiene la forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2$$

donde:

y es la variable dependiente.

x es la variable independiente.

β_0 , β_1 y β_2 son los coeficientes de la regresión.

3.4 Lugar de estudio

Lugar de estudio es en el Departamento de Puno de la Provincia de San Román.

Ubicación política

Coordenadas del punto de muestreo

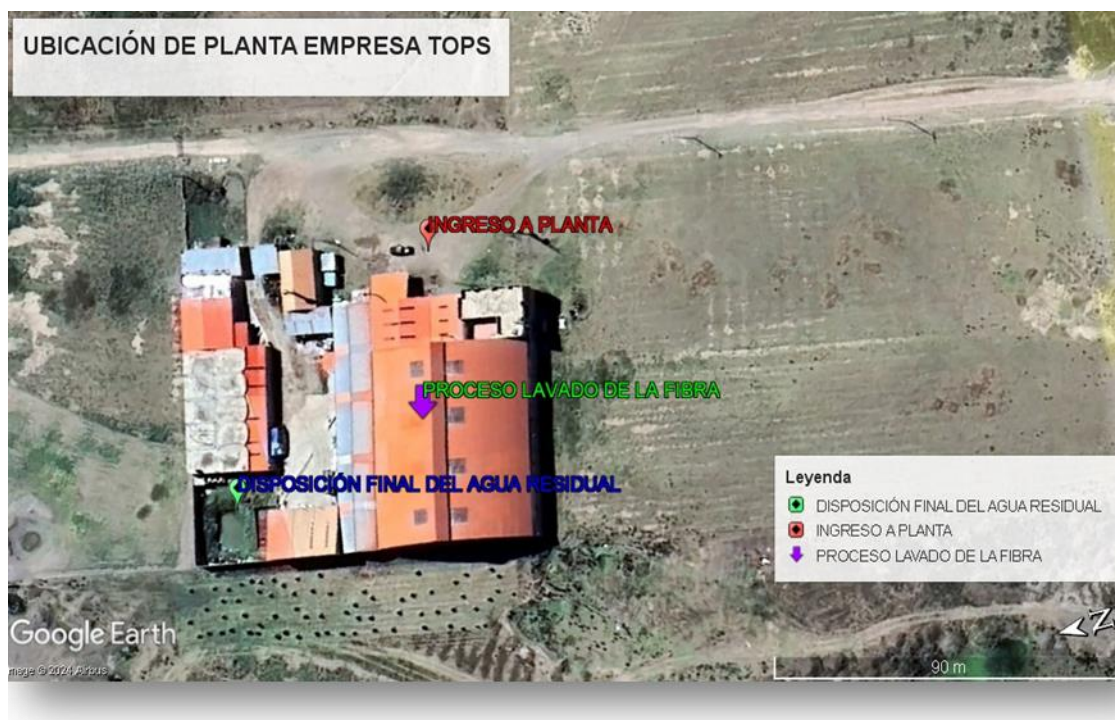
Departamento : Puno

Zona : 19L

Provincia : San Román

Este : 380115.8

Norte : 8282296.3

Figura 2*Ubicación de planta de la Empresa Tops*

3.5 Población

En el estudio, la población analizada consistió en aguas residuales de la planta de lavado de lana de la Empresa Tops.

3.6 Muestra

La muestra estuvo constituida por las aguas del lavado de lana de una industria textil.

La muestra consistió las aguas depurada del proceso del lavado de lana de alpaca y oveja de una industria textil de la Empresa Tops. Estas muestras fueron recolectadas en bidones de plástico de 20 litros de capacidad, seguidamente es trasladada al laboratorio de calidad ambiental de EPISA, para la caracterización antes del tratamiento y post tratamiento, para los parámetros estudiados, acorde a los métodos estandarizados.



3.7 Técnicas para la recolección de datos e instrumentos

Técnica

Las muestras del efluente del lavado de lana de la empresa Tops se tomaron de acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 214-060-2016, que define el protocolo para aguas depuradas no domésticas.

Instrumentos

- Cadena custodia
- Fichas de recolección de datos
- Protocolo para la toma de muestra de aguas residuales

3.8 Materiales y equipos

3.8.1 Materiales de laboratorio

- Cooler
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml clase A
- Vaso precipitado de 50, 250, 500 ml clase A
- Probeta 1000 ml clase A
- Piceta de agua destilada

3.8.1 Reactivos

- Agua destilada
- Cloruro férrico



3.8.1 Equipos

- Equipos de medición
- Floculador de jarra de 6 posiciones BIRD
- Equipo multiparámetro Hq de 2200 HACH
- Digestor DQO ROCKER
- Incubadora RAYPA DOD 90L
- Balanza de precisión 0,0001 g ADAM
- Congeladora INDURAMA
- Bureta digital TITREX
- Turbidímetro

Equipo de protección personal (EPP)

- Guantes de nitrilo
- Mascarilla
- Mandil de laboratorio

3.9 Procedimiento metodológico

Comenzando con el preparativo de los materiales preciso para la toma de muestras, según los parámetros a analizar, la cadena de custodia registra el lugar, fecha, hora y coordenadas del punto de muestreo.

A continuación, se procedió de tomar el muestreo de agua del proceso de limpieza de la fibra.

Evaluación de las concentraciones iniciales de turbiedad y materia orgánica de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.

El muestreo del agua depurada del lavado de lana, se ejecutó siguiendo el protocolo.

Figura 3

Toma de muestra en punto del proceso de lavado de lana



Nota Recolección de muestra de aguas del proceso de lavado de lana.

Para asegurar la representatividad, reproducibilidad y confiabilidad de los resultados, se aplicaron los siguientes métodos estandarizados para analizar los parámetros de estudio:

Tabla 2*Métodos estandarizados para análisis*

Parámetros	Unidad	Técnica
pH	pH	SM 4500 H+B
Temperatura	°C	SM 2550
Turbidez	NTU	SM 2130B
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/l	SM 5210B
Demanda química de oxígeno	mg/l	SM 5220B

Nota Según APHA

El método estandarizado APHA, realiza procedimientos y técnicas para el análisis y evaluación. Con la intención de evaluar el estado del agua, por medio de la presencia de contaminantes, también realiza el monitoreo y seguimiento del estado del agua a lo largo del tiempo identificando las tendencias y patrones, y cumplir con las normas y regulaciones relacionadas con la calidad de agua.

Determinación de la dosis adecuada del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román

El manejo de las aguas depuradas resultantes del lavado de lana con cloruro férrico (FeCl_3) facilita la eliminación de los componentes contaminantes del agua.

Este proceso involucra la homogenización, coagulación, floculación y sedimentación, utilizando pruebas de jarra.

En este apartado se establecieron los parámetros y las dosis para las pruebas de laboratorio, que se detallan a continuación:

**Tabla 3***Dosis para cada una de la Test-Jarra*

Dosis (mg/l)	Volumen de muestra (ml)
15	1000
20	1000
30	1000
40	1000

Nota. Dosis de cloruro férrico (FeCl_3)

Se procedió aplicar Ácido Sulfúrico de 1ml $\text{H}_2\text{SO}_4(0.2\text{N})$ para la correcta coagulación con el cloruro férrico y obtener una dosis óptima.

El proceso de coagulación y floculación permite remover los contaminantes del agua de lavado de lana o fibra, facilitando la eliminación de los componentes residuales por tratamiento fisicoquímico.

Este proceso implica tres etapas: coagulación, floculación y sedimentación, utilizando pruebas de jarra.

Con esa finalidad, en esta sección se definieron parámetros para ejecutar las pruebas de laboratorio, tal como se expone a continuación:

Procediendo en la dosificación del cloruro férrico (FeCl_3).

- **Etapas de coagulación**

- Agitación rápida: 200 RPM
- Tiempo de coagulación: 1.5 minutos
- Concentración de coagulante



- **Etapas de floculación**

- Agitación suave: 100 RPM
- Período de coagulación: 15 min
- Nivel de floculante

- **Etapas de sedimentación**

- Tiempo de sedimentación: 40 minutos

Determinación del porcentaje de remoción de turbiedad y materia orgánica provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román

El cálculo del porcentaje de remoción de la turbidez, DBO y DQO, se determinó de acuerdo con la ecuación:

$$\% \text{ remoción} = \left(\frac{A_c - A_t}{A_c} \right) * 100\%$$

En donde:

% = Porcentaje de remoción

A_c = Agua cruda del efluente de la planta del lavado de lana

A_t = Agua Tratada del efluente de la planta del lavado de lana



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados

4.1.1 Objetivo 1: Evaluar las concentraciones iniciales de turbiedad y materia orgánica de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román

El agua residual textil del lavado de lana de oveja y alpaca es altamente variable debido a las diferentes operaciones de lavado, lo que resulta en altas cargas orgánicas.

Tabla 4

Valores de agua cruda los parámetros a tratar

N°	PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
1	PH	Unid pH	8
2	Temperatura	°C	25
3	Turbiedad	NTU	1800
4	DBO	mg/l	1200
5	DQO	mg/l	3120

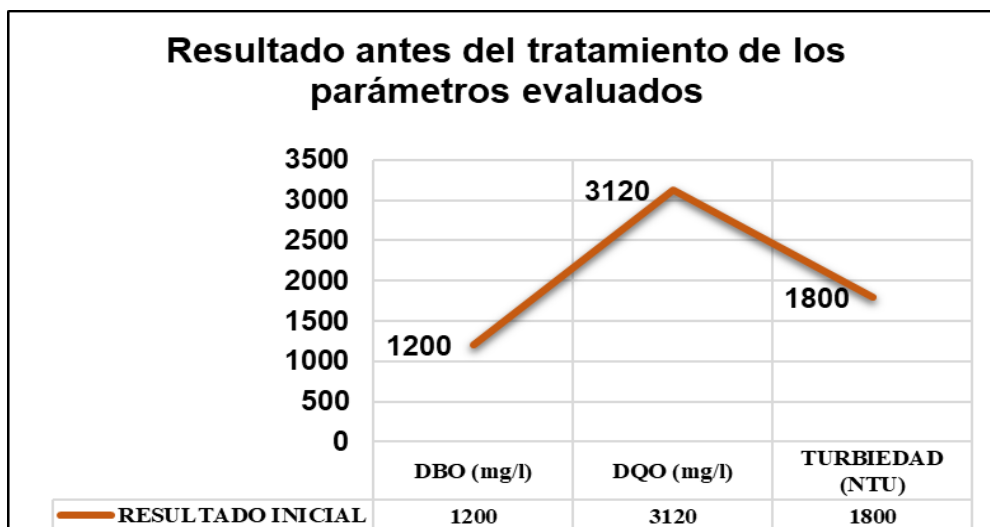
Nota. Resultado de la muestra inicial de las aguas del lavado de lana de la Empresa

Tops

En la tabla 4, muestra los niveles iniciales de las aguas derivadas del lavado de lana de los parámetros pH de 8, temperatura de 25 °C, con una turbidez de 1800 UNT, la DBO 1200 mg/l y DQO 3120 mg/l.

Figura 4

Resultado inicial



Nota. Los resultados son obtenidas del laboratorio de calidad ambiental EPISA.

Según la figura 4, en la etapa de las manifestaciones iniciales, se tomó los parámetros de turbiedad, DQO y DBO con concentraciones altas. Por otro lado (Oviedo & Alarcon, 2017) Se analizaron los residuos del efluente de fibra orgánica, obteniendo resultados de las muestras tomadas. El autor establece que los colorantes empleados en el teñido son los principales contaminantes, dando como resultado un aumento considerable de la turbidez del agua depurada, alcanzando una cifra de 1928 NTU. Mientras tanto (Tacza, 2017) en sus resultados de la muestra de agua depurada textil provenía del desecho del proceso de teñido manual de lana ovina con característica inicial el valor es de 998.71 mg/l para el parámetro de la DQO. (Fernández, 2018) Realizo en su trabajo la identificación y

descripción de bacterias nativas en el agua purificada del tratamiento de lana de oveja teniendo nivel inicial de DBO al 1128 mg/l.

4.1.2 Objetivo 2: Determinar la dosis adecuada del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román

Para establecer la dosis correcta de cloruro férrico, a través del proceso de coagulación-floculación. Se estableció como objetivo la optimización del proceso de coagulación mediante el establecimiento de las condiciones óptimas. Con ese propósito, se han realizado repeticiones experimentales de coagulación sobre aguas derivadas del lavado de lana de la Empresa Tops.

Tratamiento con cloruro férrico

Tabla 5

Resultado de la dosis óptima de los parámetros evaluados y repeticiones

Parámetros	Unidad	Repeticiones	Dosis del FeCl ₃ (mg/l)			
			15	20	30	40
DBO	mg/l	1	323	305	90.3	110.5
		2	305	315	95	148
DQO	mg/l	1	587	440	195	232
		2	600	435	208	250
TURB.	NTU	1	21	10.2	4.2	6.8
		2	32	15	5	7.2
Temperatura	°C	1	13	13.2	13.1	13.3
		2	14	14.2	14.1	14.3
Potencial de hidrógeno	pH	1	3.5	3.7	3.8	3.6
		2	3.5	3.5	3.3	3.5

Nota. Resultados de 1 y 2 repeticiones del tratamiento con cloruro férrico

La tabla 5, empíricamente se determinó de cada una de los parámetros estudiados con diferentes dosis de cloruro férrico (FeCl_3) de 15, 20, 30 y 40 mg/l, obteniendo los valores de 1 y 2 repeticiones; DBO 323 y 305 mg/l, 305 y 315 mg/l, 90.3 y 95 mg/l y 110.5 y 148 mg/l; DQO 587 y 600 mg/l, 440 y 435 mg/l, 195 y 208 mg/l y 232 y 250 mg/l; turbiedad 21 y 32 NTU, 10.2 y 15 NTU, 4.2 y 5 NTU, 6.8 y 7.2 NTU; pH 3.5 en ambas repeticiones, 3.7 y 3.5, 3.8 y 3.3, 3.6 y 3.5.

Tabla 6

Dosis Adecuada del cloruro férrico para la reducción turbiedad

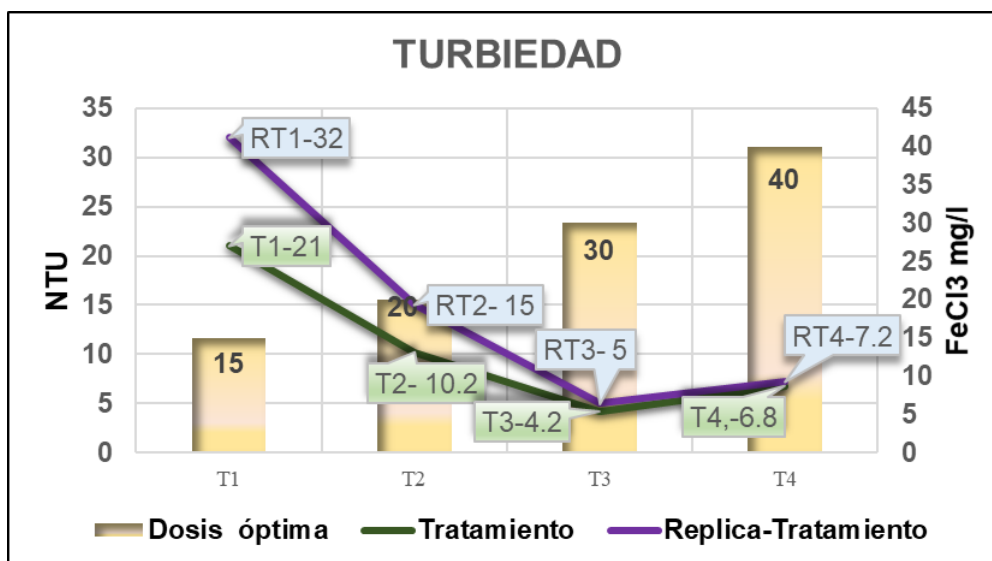
CÓDIGO	DOSIS DE FeCl_3 (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	
		Tratamiento	Replica- Tratamiento
T1	15	21	32
T2	20	10.2	15
T3	30	4.2	5
T4	40	6.8	7.2

Nota. Tratamiento y replica adquirida del laboratorio de EPISA.

La tabla 6, muestra dosis de cloruro férrico para la reducir la turbiedad se realizó 2 repeticiones en las cuales se consigue valores diferentes de T1 21 y 32 NTU; T2 10.2 y 15 NTU; T3 4.2 y 5 NTU; T4 6.8 y 7.2 NTU. Con mayor reducción se tiene en T3 en ambas dosificaciones.

Figura 5

Comportamiento del cloruro férrico en la reducción de turbiedad



Nota. Efecto de cada dosis en la remoción de turbiedad en tratamiento y replica de tratamiento.

La figura 5, evidencia cada una de las dosis. Obteniendo que la dosis 30 mg/l de grado decreciente de turbidez, aun cuando existen datos diferentes para esta dosis, cuando en este tratamiento se tiene el valor de 4.2 NTU de turbiedad aplicada con el cloruro férrico, de la misma manera en la réplica, jerárquicamente la turbidez reduce para todos los rangos considerando en esta investigación también muestra una disminución de la jerarquía de dosis de 15 mg/l a 30mg/l; pero para la dosis de 40 mg/l empieza a subir la turbiedad. En cuanto de (Oviedo & Alarcon, 2017) en su investigación las cuales fueron realizadas el proceso de coagulación y floculación, logrando valores que se encuentra en 46.80 NTU en el experimento 4 decantando durante 10 minutos. En cuanto (Coaquira, 2017) efectuó la prueba de jarras, eligiendo el sulfato de aluminio como coagulante debido a su alta eficiencia a una concentración de 150 ppm, logro remover una turbidez hasta 22 NTU.

Tabla 7

Dosis Adecuada del cloruro férrico para la reducción de DBO

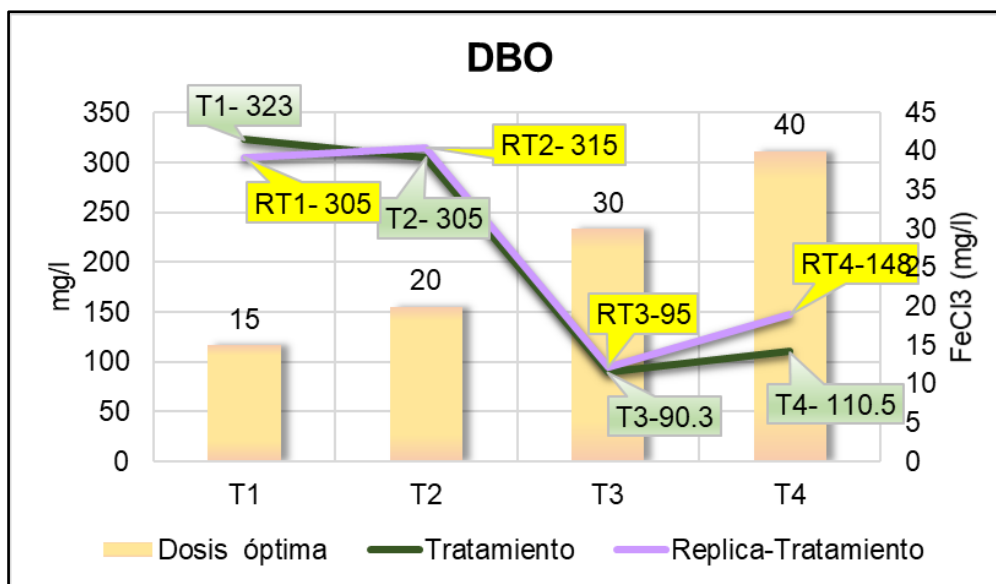
CÓDIGO	DOSIS DE FeCl ₃ (mg/l)	DBO (mg/l)	
		Tratamiento	Replica-Tratamiento
T1	15	323	305
T2	20	305	315
T3	30	90.3	95
T4	40	110.5	148

Nota Tratamiento y réplica adquirida por el laboratorio EPISA

En la tabla 7, se exhibe la elaboración del tratamiento con 2 repeticiones, en donde se adquiere valores diferentes de T1 323 y 305 mg/l; T2 305 y 15 315 mg/l; T3 90.3 y 95 mg/l; T4 110.5 y 148 mg/l. Demostrando que dosis de cloruro férrico reduce la demanda bioquímica de oxígeno.

Figura 6

Comportamiento del cloruro férrico en la reducción de DBO



La figura 6, el tratamiento con el FeCl₃ indica que existe un efecto en el descenso de intensidad de DBO, cuando la dosis de coagulante es de 30 mg/l obteniendo la reducción de 90.3 mg/l y en la réplica 95 mg/l, con la diferencia del primer tratamiento era la más reducción de DBO que en la réplica.

Tabla 8

Dosis Adecuada del cloruro férrico para la reducción de DQO

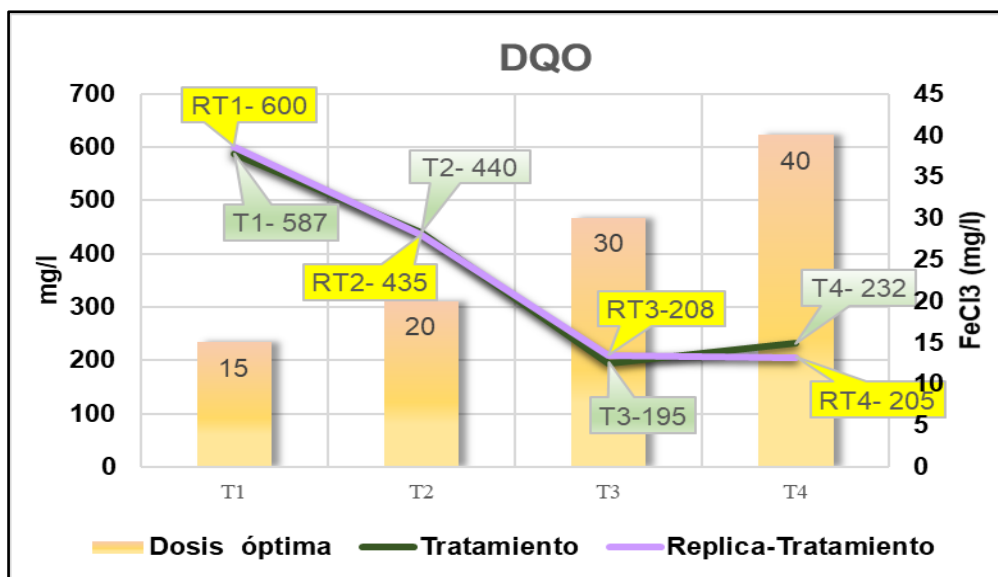
CÓDIGO	DOSIS DE FeCl ₃ (mg/l)	DQO (mg/l)	
		Tratamiento	Replica-Tratamiento
T1	15	587	600
T2	20	440	435
T3	30	195	208
T4	40	232	205

Nota Tratamiento y réplica adquirida por el laboratorio EPISA

La tabla 8, manifiesta los resultados del tratamiento con 2 repeticiones, en donde se adquiere valores diferentes de T1 587 y 600 mg/l; T2 440 y 435 mg/l; T3 195 y 208 mg/l; T4 232 y 205 mg/l. que, la dosis de cloruro férrico reduce la concentración la demanda química de oxígeno.

Figura 7

Comportamiento del cloruro férrico en la reducción de DQO



La figura 7, manifiesta la dosis adecuada del FeCl₃ para la reducción de la DQO se logró la mejor reducción con la dosis de 30 mg/l con un valor de 195 mg/l y 208 de las 2 repeticiones, que es su máxima reducción En el primer tratamiento tubo mayor reducción que en la réplica de este parámetro en evaluación.

4.1.3 **Objetivo 3: Determinar el porcentaje de remoción de turbiedad y materia orgánica provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román**

Se determinaron los porcentajes de remoción de los niveles de turbidez, DBO y DQO de aguas provenientes del lavado de lana tratado, de acuerdo a la formula. Asimismo, se calcularon el promedio y porcentaje de remoción.

Tabla 9

Promedio del tratamiento de turbiedad

Dosis	TURBIEDAD (NTU)		PROMEDIO
	Tratamiento	R-Tratamiento	
D1	21	32	26.5
D2	10.2	15	12.6
D3	4.2	5	4.6
D4	6.8	7.2	7

Nota. Resultado del tratamiento y réplica con las respectivas dosis

En la tabla 9, se tiene como promedio de los tratamientos de la turbiedad, logrando el máximo promedio 26.5 UNT y la más baja del promedio fue de 4.6 de UNT logrando reducir la turbiedad.

Tabla 10

Promedio del tratamiento de DBO

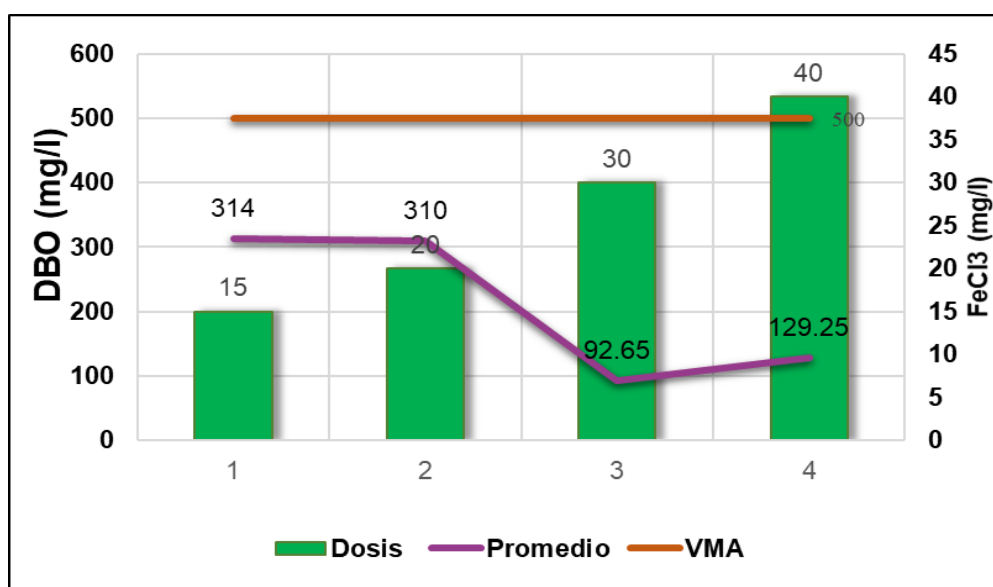
Dosis	DBO (mg/l)		PROMEDIO
	Tratamiento	R-Tratamiento	
D1	323	305	314
D2	305	315	310
D3	90.3	95	92.65
D4	110.5	148	129.25

Nota. Resultado del tratamiento y réplica con las respectivas dosis

En la tabla 10, se evidencia el resultado de los promedios de cada dosis aplicada para el tratamiento de la DBO, alcanzando un considerable promedio de 314 mg/l, considerando de que se le agregó menor dosis de FeCl₃, que es de 15 mg/l; al contrario, cuanto más dosis, más es la reducción de DBO con una media de 92.65 mg/l con dosis de 30 mg/l.

Figura 8

El promedio de los tratamientos de DBO comparadas con VMA



En la figura 8, se manifiesta el promedio del tratamiento y la réplica se sacó un promedio y luego ser comparadas con los VMA estipulas en el DS N° 010-2019-VIVIENDA que no sobrepasa el valor de 500 mg/l.

Tabla 11

Promedio del tratamiento de DQO

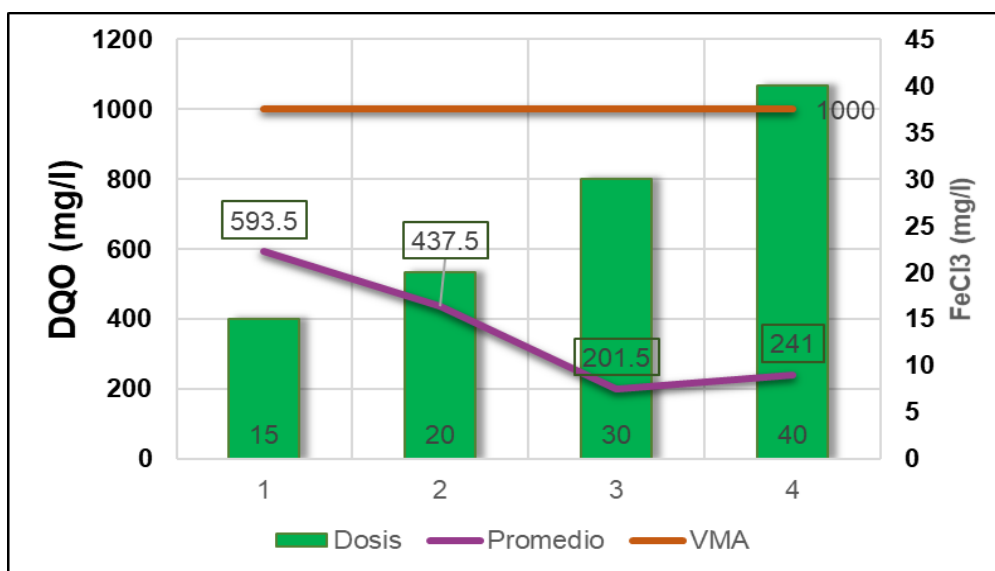
Dosis	DQO (mg/l)		PROMEDIO
	Tratamiento	R-Tratamiento	
D1	587	600	593.5
D2	440	435	437.5
D3	195	208	201.5
D4	232	250	241

Nota. Resultado del tratamiento y réplica con las respectivas dosis

La tabla 11, contempla los resultados del tratamiento y más su réplica, con siguiendo con los respectivos promedios de cada dosis aplicada en el tratamiento, con el valor máximo de 593.5 mg/l y mínima 201.5mg/l de promedio.

Figura 9

Promedio de los tratamientos de DQO comparadas con los VMA



En la figura 9, se contempla el promedio del tratamiento y la réplica se sacó un promedio y luego ser comparadas con los VMA estipulas en el DS N° 010-2019-VIVIENDA que no sobrepasa el valor de 1000 mg/l.

Eficiencia de remoción de la turbidez, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.

Tabla 12

Porcentaje de remoción de turbiedad

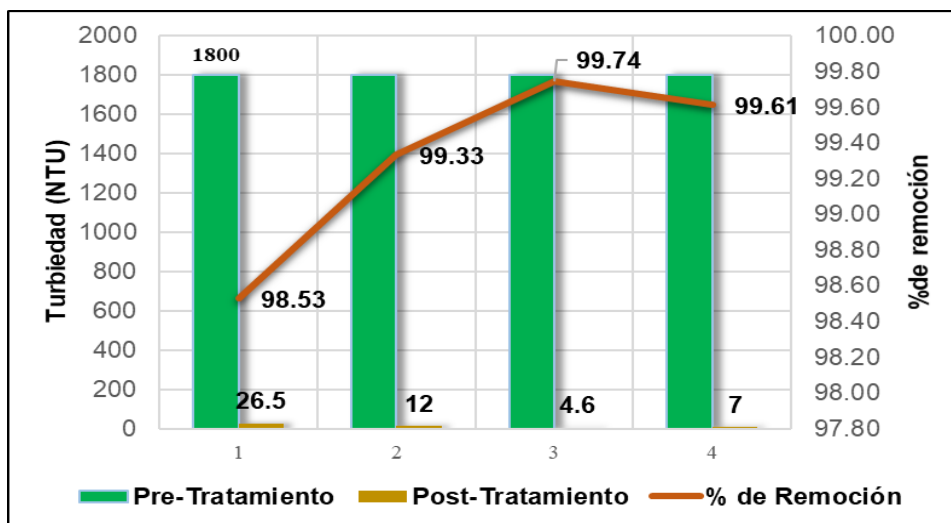
Código	TURBIEDAD (UNT)		% de Remoción
	Pre-Tratamiento	Post-Tratamiento	
1	1800	26.5	98.53
2	1800	12	99.33
3	1800	4.6	99.74
4	1800	7	99.61

Nota. Antes y después del tratamiento de las aguas provenientes del lavado de lana

La tabla 12, se manifiesta el porcentaje de remoción, teniendo los datos del agua sin tratar y agua procesada, determinando el porcentaje de remoción de cada prueba. Logrando remover 98.53 %, 99.33%, 99.74% y 99.61% de la eficacia de eliminación del parámetro de turbiedad.

Figura 10

Porcentaje de la eficiencia de remoción de la turbiedad



La figura 10, evidencia la eficiencia de la remoción de la turbidez presenta una mínima remoción de 98.53 % (26.5 NTU) a una dosis de FeCl₃ al 15 mg/l y una máxima remoción de 99.74% (4.6 NTU) a una dosis de FeCl₃ al 30mg/l, en el cual el proceso se inició con una concentración 1800 mg/l. con el incremento en la cantidad de coagulante, el porcentaje de eliminación de turbidez también crece.

Tabla 13

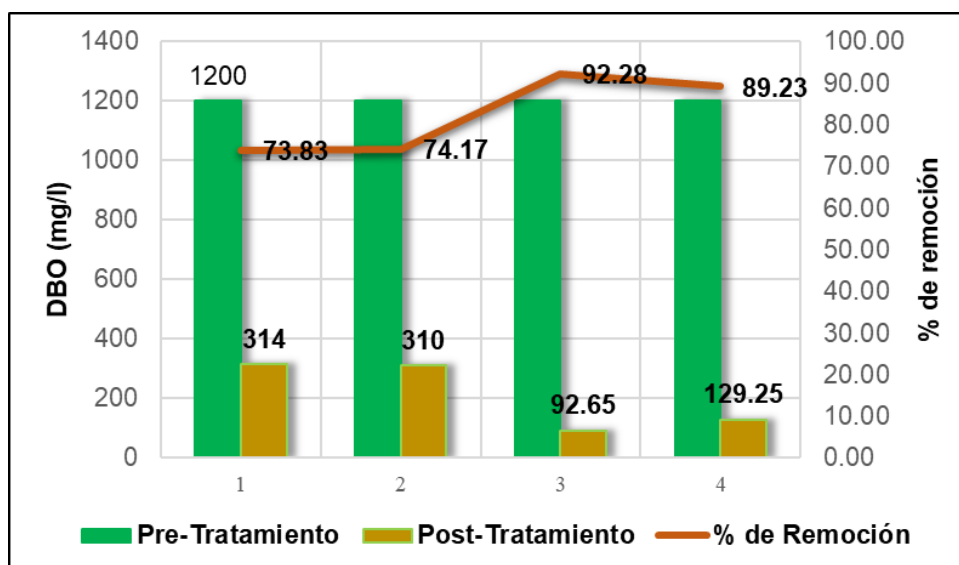
Porcentaje de remoción de DBO

Código	DBO (mg/l)		% de Remoción
	Pre-Tratamiento	Post-Tratamiento	
1	1200	314	73.83
2	1200	310	74.17
3	1200	92.65	92.28
4	1200	129.25	89.23

La tabla 13, estima el porcentaje de remoción, teniendo los datos del agua cruda y agua tratada, determinando el porcentaje de remoción de cada prueba. Logrando remover 73.83%, 74.17%, 92.28% y 89.23% con más eficaz de la tercera prueba de la DBO.

Figura 11

Porcentaje de la eficiencia de remoción de DBO



La figura 11, manifiesta el comportamiento de la DBO, antes del tratamiento y post tratamiento han sido evaluados, mostrando los resultados de la remoción eficiente de 92.28 % máxima, con el tratamiento de coagulación y floculación (test Jarra).

Tabla 14

Porcentaje de remoción de DQO

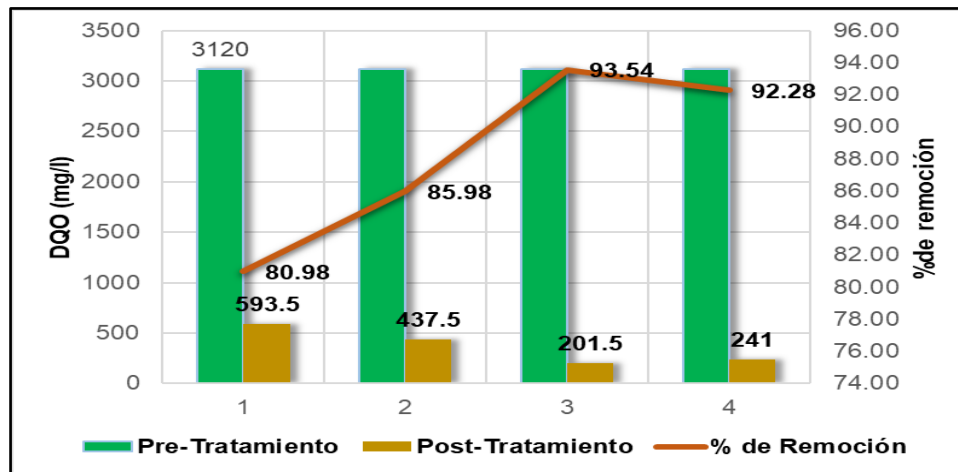
Código	DQO (mg/l)		% de Remoción
	Pre-Tratamiento	Post-Tratamiento	
1	3120	593.5	80.98
2	3120	437.5	85.98
3	3120	201.5	93.54
4	3120	241	92.28

Nota. Antes y después del tratamiento de las aguas provenientes del lavado de lana

La tabla 14, destaca la cuantificación del porcentaje de remoción en cada prueba. Logrando remover 80.98%, 85.98%, 93.54% y 92.3% con más efectividad de la tercera prueba de la DQO.

Figura 12

Porcentaje de la eficiencia de remoción de DQO



La figura 12, presenta el porcentaje de la eficiencia de remoción de la DQO, con un valor máxima de 93.54 %, esto evidencia que la biodegradabilidad de los compuestos orgánicos disminuye con más cantidad de dosis de cloruro férrico y que el agua tratada se toma ácido con un valor 3.3 de pH.

Análisis estadístico

- a) **La dosis adecuada del cloruro férrico ayudará considerablemente para la remoción de la turbiedad de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops.**

Tabla 15

Resumen del modelo: dosis cloruro férrico y concentración turbiedad.

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0,933	0,871	0,819	4,099

La variable independiente es Dosis de cloruro férrico (mg/l).

La tabla 15, resume como el modelo que cómo la dosis de cloruro férrico afecta la turbidez. El valor de R (0,933) evidencia una fuerte correlación positiva entre ambas variables. El R^2 (0,871) sugiere que el 87,1% de la variabilidad en la turbiedad es explicada por la dosis de cloruro férrico, mientras que el R^2 ajustado (0,819) corrige ligeramente este valor para aumentar la fiabilidad del modelo. El error estándar de 4,099 muestra la variación no explicada por el modelo, es decir, el error promedio de la predicción de la turbidez.

Tabla 16

Análisis de ANOVA, para medir el impacto de la cantidad de cloruro férrico en la turbidez.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	565,517	2	282,759	16,831	0,006
Residuo	83,998	5	16,800		
Total	649,515	7			

La variable independiente es Dosis de cloruro férrico (mg/l).

La Tabla 16, muestra el ANOVA que evalúa el impacto de la dosis de cloruro férrico en la turbiedad. La suma de cuadrados para la regresión es 565,517, con una media cuadrática de 282,759. El valor F de 16,831 y la significación de 0,006 manifiestan que el modelo es estadísticamente significativo, confirmando que la dosis de cloruro férrico tiene un impacto considerable en la turbiedad. La suma de cuadrados del residuo es 83,998, con una media cuadrática de 16,800, sugiriendo que el modelo detalla una parte significativa de la variabilidad.

Tabla 17

Coeficientes de la ecuación de regresión cuadrática para la turbiedad en función de la dosis cloruro férrico

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta			
Dosis de cloruro férrico (mg/l)	-4,847	1,240	-5,165		-3,908	0,011
Dosis de cloruro férrico (mg/l) ²	0,075	0,022	4,437		3,357	0,020
(Constante)	81,388	15,471			5,261	0,003

La tabla 17, presentada corresponde a una regresión cuadrática que modela la relación entre la turbiedad y la dosis de cloruro férrico. Este modelo incluye tanto un término lineal como un término cuadrático, lo que apunta a una relación no lineal entre estas dos variables.

Ecuación de la regresión cuadrática:

$$\text{Turbiedad} = 81,388 - 4,847X + 0,075X^2$$

Donde X es la dosis de cloruro férrico.

Constante (81,388): Este valor representa la turbiedad inicial (NTU) cuando no se ha añadido cloruro férrico (dosis de cloruro férrico es cero). Es el punto de referencia de la turbiedad sin la influencia del coagulante.

- El coeficiente lineal (-4,847) indica que por cada adición de 1 mg/L de cloruro férrico reduce la turbiedad en 4,847 NTU, manteniendo constante el efecto cuadrático. El signo negativo sugiere una reducción significativa de la turbiedad en las dosis iniciales.

- El coeficiente cuadrático (0,075) positivo indica que, con el incremento de la dosis de cloruro férrico, la reducción de la turbiedad se vuelve menos pronunciada, llegando un punto donde la turbiedad aumenta nuevamente.

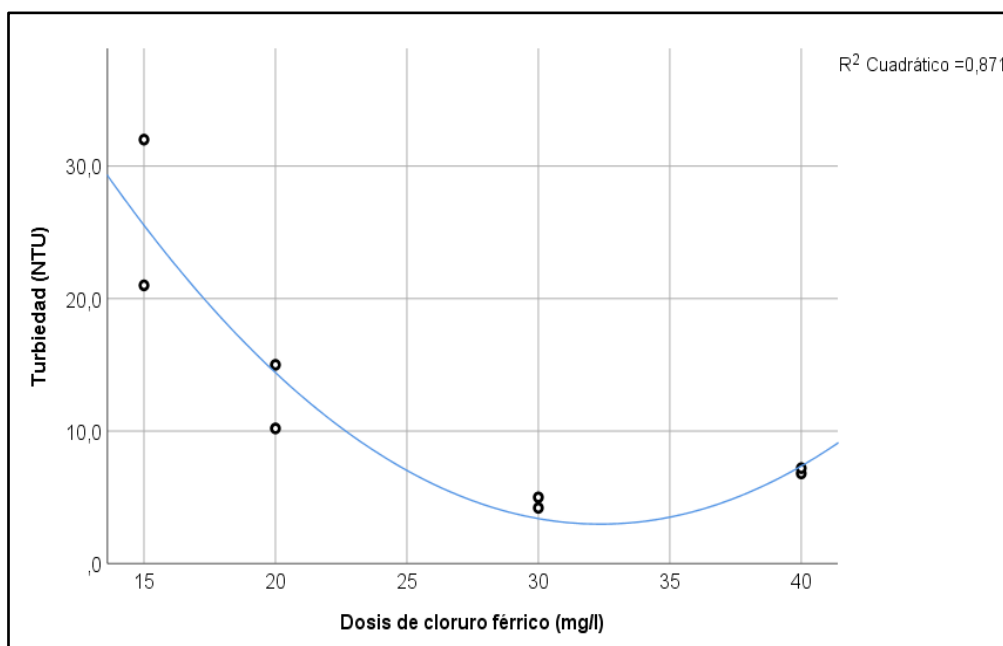
Significación (Sig.):

Los valores de significación (Sig.) menores de 0,05 apuntan que los coeficientes resultan estadísticamente significativos al 95%.

- La dosis de cloruro férrico (lineal) es 0,011, lo que confirma su fuerte influencia sobre la turbiedad
- Dosis de cloruro férrico (cuadrático): 0,020. El término cuadrático también es significativo, lo que manifiesta que el efecto no lineal (cuadrático) es relevante y debe ser considerado en el modelo.

Figura 13

Relación entre la dosis del cloruro férrico y la turbiedad



La figura 13, ilustra la asociación entre la dosis de cloruro férrico y la turbidez, mostrando una disminución inicial, un punto mínimo y posterior aumento.

b) La dosis adecuada del cloruro férrico ayudará considerablemente para la remoción de la DBO de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops.

Tabla 18

Resumen del modelo: dosis cloruro férrico y concentración DBO

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0,913	0,834	0,768	52,495

La variable independiente es Dosis de cloruro férrico (mg/l).

La tabla 18, resume un modelo que evalúa la relación entre la dosis de cloruro férrico (mg/l) como variable independiente y la concentración de DBO como variable dependiente. El valor de R (0,913) indica una alta correlación, sugiriendo una relación fuerte. El R^2 (0,834) implica que el 83,4% de la variabilidad en la DBO se explica por la dosis de cloruro férrico, mientras que el R^2 ajustado (0,768) mejora la precisión al considerar el número de variables. El error estándar de 52,495 refleja la variabilidad no explicada.

Tabla 19

Análisis de ANOVA, para evaluar el Impacto de la dosis cloruro férrico en la DBO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	69345,501	2	34672,750	12,582	0,011
Residuo	13778,434	5	2755,687		
Total	83123,935	7			

La variable independiente es Dosis de cloruro férrico (mg/l).

La tabla 19, presenta el ANOVA que muestra un impacto significativo de la dosis de cloruro férrico en la concentración de DBO. La suma de cuadrados para la regresión es 69,345.501, con una media cuadrática de 34,672.750. El valor de F (12.582) es estadísticamente significativo, con un valor de p de 0.011 ($p < 0.05$), indicando que el modelo es válido. La suma de cuadrados del residuo es 13,778.434, lo que refleja la variabilidad no explicada, confirmando que la dosis de cloruro férrico es un factor clave en la reducción de DBO.

Tabla 20

Coefficientes de la ecuación de regresión cuadrática para la DBO en función de la dosis de cloruro férrico

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta			
Dosis de cloruro férrico (mg/l)	-37,004	15,887	-3,486		-2,329	0,047
Dosis de cloruro férrico (mg/l) ²	0,506	0,286	2,651		1,771	0,037
(Constante)	787,289	198,145			3,973	0,011

La tabla 20 presenta una regresión cuadrática que modela la asociación entre la DBO y la dosis de cloruro férrico, utilizando tanto el término lineal como el cuadrático.

La ecuación de la regresión cuadrática se puede escribir de la siguiente forma:

$$DBO = 787,289 - 37,004X + 0,506X^2$$

Donde X es la dosis de cloruro férrico.

Interpretación de los coeficientes:

Constante (787,289): Este es el valor de la DBO al no agregar cloruro férrico. Es el valor inicial de la DBO sin la presencia de cloruro férrico.

Coefficiente lineal de la dosis de cloruro férrico (-37,004): por cada 1 mg/L adicional de cloruro férrico, la DBO disminuye en 37,004 mg/L, manteniendo constante el efecto cuadrático. El signo negativo sugiere que el aumento en la dosis inicial de cloruro férrico reduce la DBO en forma lineal.

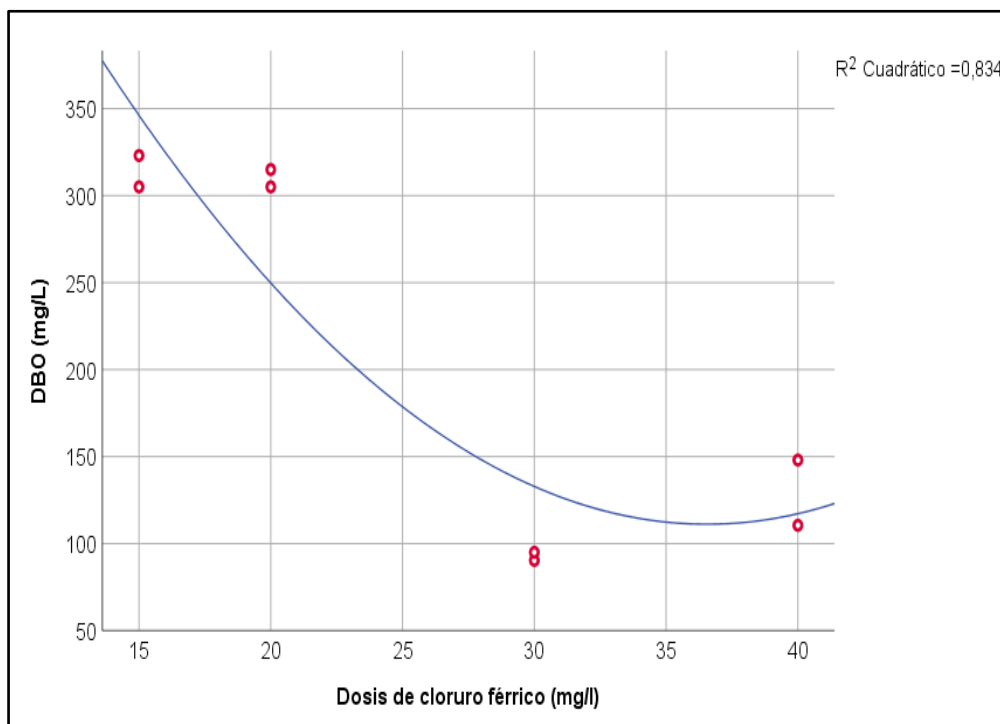
El coeficiente cuadrático de la dosis de cloruro férrico (0,506) indica que el efecto de este químico aumenta de forma no lineal con la dosis. A medida que la dosis aumenta, la DBO inicialmente disminuye, pero luego empieza a aumentar debido a este término cuadrático. Este efecto cuadrático indica que hay un nivel óptimo de la dosis de cloruro férrico más allá del cual la DBO comienza a subir nuevamente.

Significación (Sig.):

- Dosis de cloruro férrico (lineal): 0,047. Es significativa, lo que evidencia el término lineal de la dosis de cloruro férrico tiene un efecto significativo sobre la DBO.
- Dosis de cloruro férrico (cuadrático): 0,037. También es significativo, lo que sugiere que el efecto cuadrático de la dosis de cloruro férrico es relevante para explicar la variación en la DBO.

Figura 14

Relación entre la dosis de coagulante y la DBO



La figura 14, ilustra la asociación entre la dosis de cloruro férrico y la DBO, mostrando una disminución inicial, un punto mínimo y posterior aumento.

c) La dosis adecuada del cloruro férrico ayudará considerablemente para la remoción de la DQO de aguas proveniente del lavado de lana de la Empresa Tops.

Tabla 21

Resumen del modelo: dosis cloruro férrico y concentración DQO.

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0,996	0,993	0,990	17,812

La variable independiente es Dosis de cloruro férrico (mg/l).

La Tabla 21, muestra una correlación extremadamente fuerte ($R=0,996$) entre la dosis de cloruro férrico y la DQO. El R^2 (0,993) revela que el 99,3% de la variabilidad en la manifestación de DQO se explica por la dosis, sugiriendo un excelente ajuste del modelo. El R^2 ajustado (0,990) confirma que este ajuste sigue siendo robusto tras considerar el número de predictores. El error estándar de estimación (17,812) indica una baja variabilidad en las predicciones, lo que evidencia que el modelo predice de manera precisa los valores de DQO.

Tabla 22

Análisis de ANOVA, para evaluar el Impacto de la dosis de cloruro férrico en la DQO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	210245,173	2	105122,587	331,340	0,000
Residuo	1586,327	5	317,265		
Total	211831,500	7			

La variable independiente es Dosis de cloruro férrico (mg/l).

La Tabla 22, evalúa el impacto de la dosis de cloruro férrico en la DQO. La suma de cuadrados de la regresión es 210,245.173, indicando la capacidad explicativa del modelo. La suma de cuadrados del residuo es 1,586.327, mostrando la parte de la variabilidad que el modelo no logra explicar. El valor de F (331.340) indica que el modelo es significativamente superior a uno sin predictores para explicar la DQO. El valor de significación (Sig. 0.000) confirma que el modelo es altamente significativo al 99%, demostrando que la dosis de cloruro férrico impacta significativamente en la DQO, explicando efectivamente su variabilidad.

Tabla 23

Coefficientes de la ecuación de regresión cuadrática para la DQO en función del cloruro férrico

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
Dosis de cloruro férrico (mg/l)	-73,131	5,391	-4,315	-13,566	0,000
Dosis de cloruro férrico (mg/l) ²	1,048	0,097	3,436	10,803	0,000
(Constante)	1463,864	67,233		21,773	0,000

La tabla 23, muestra una regresión cuadrática que modela la relación entre la DQO y la dosis de cloruro férrico, evidenciando una relación no lineal entre las variables.

Ecuación de la regresión cuadrática:

$$DQO = 1463,864 - 73,131X + 1,048X^2$$

Donde X es la dosis de sulfato de aluminio.

Interpretación de los coeficientes:

- Constante (1463,864): Este es el valor de la DQO en ausencia de cloruro férrico. Es el punto de partida en el modelo, reflejando la DQO sin la adición de cloruro férrico.
- El coeficiente lineal de la dosis de cloruro férrico (-73,131) indica que por cada 1 mg/L de aumento en la dosis, la DQO disminuye 73,131 mg/L, manteniendo constante el efecto cuadrático. El signo negativo indica que inicialmente, un aumento en la dosis reduce la DQO.

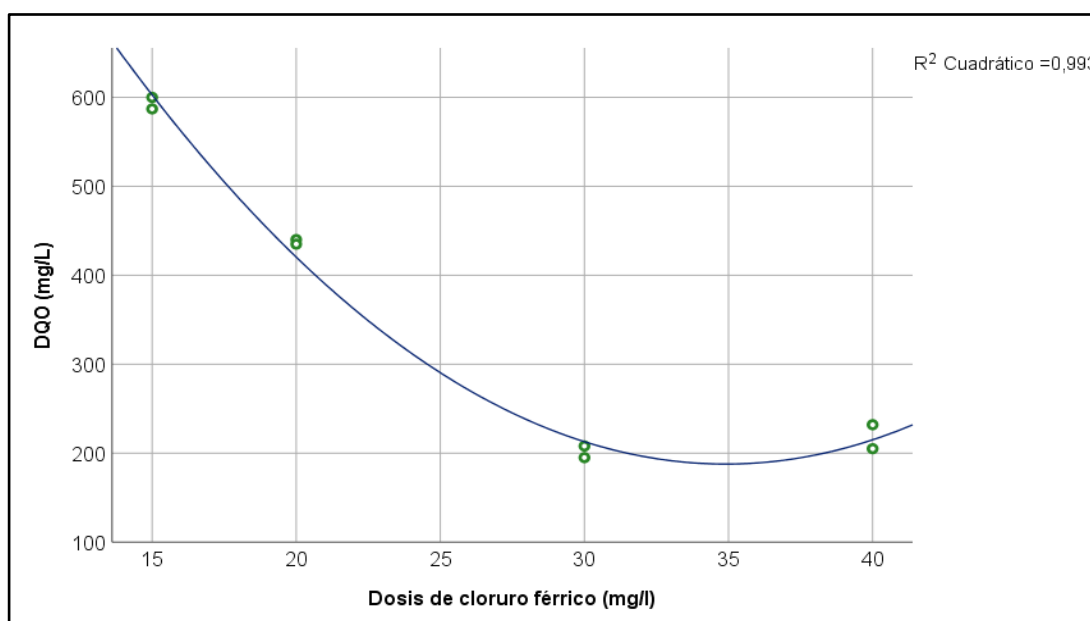
- El coeficiente cuadrático positivo de la dosis de cloruro férrico (1,048) indica que la disminución de la DQO se desacelera conforme se incrementa la dosis, llegando incluso a un punto de aumento.

Significación (Sig.):

- El término lineal de la dosis de cloruro férrico es 0,000, lo que significa que la dosis tiene un efecto claro y consistente sobre la DQO.
- Dosis de cloruro férrico (cuadrático): 0,000. El término cuadrático también es muy significativo, lo que confirma que el comportamiento no lineal de la relación es relevante para el modelo.

Figura 15

Relación entre la dosis de coagulante y la DQO



La Figura 15, muestra que la DQO disminuye inicialmente con el incremento de la dosis de cloruro férrico, alcanza un mínimo y luego aumenta nuevamente.



4.2 Discusiones

En el valor de la turbidez antes del tratamiento de la muestra fueron de 1800 NTU, DBO 1200 mg/l y DQO 3120 mg/l respectivamente. Por otro lado (Oviedo & Alarcon, 2017) analizaron el efluente residual de fibra orgánica, en el cual se encontró resultados de las muestras tomadas. El autor atribuye la mayor parte de la contaminación a los colorantes del proceso de teñido, lo que se traduce en una elevación de la turbidez del agua depurada de 1928 NTU. De igual manera antes del tratamiento con concentraciones elevadas encontradas. (Fernández, 2018) En su trabajo, se caracterizaron e identificaron bacterias autóctonas del agua depurada generada en el procesamiento de lana de oveja con una DBO inicial de 1128 mg/l y DQO 1478 mg/l.

Se efectuaron pruebas de test de jarras de volumen de 1000 ml para los parámetros evaluados añadiendo el coagulante de FeCl_3 . Como parámetros de control se analizaron Turbidez, DBO y DQO, para cada una se le aplicó la dosis de 15, 20, 30 y 40 mg/l. Como resultado en el tratamiento de la turbidez al aumentar la dosificación del coagulante, se obtuvo una mejora significativa con valores de 4.2 NTU del primer tratamiento; de igual manera tuvo de 5 NTU en la réplica del tratamiento con datos bajos que fueron favorables, respecto a DBO de valores 90.3mg/l y 95 mg/l, por consiguiente, la DQO se obtiene 195mg/l y 208 mg/l con una buena reducción de concentración de contaminantes. A comparación de (Calienes & Gomez, 2019) En la etapa inicial del estudio, el autor examinó distintas dosis de coagulante FeCl_3 al 40%. La turbidez del agua desechada del lavado de fibra de alpaca osciló entre 534 y 790 NTU. Se realizaron 12 réplicas de turbidez sobre distintos valores, y se aplicó una regresión lineal con ANOVA para analizar los datos. La concentración de DBO5 se redujo de 619 mg/l a 108 mg/l, cumpliendo



con el estándar de calidad establecido para este parámetro (500 mg/l). De manera similar, la manifestación de DQO decrece de 1407.9 mg/l a 302.1 mg/l, también cumpliendo con el estándar de 1000 mg/l.

Teniendo en cuenta los resultados sobre la efectividad en la remoción de la turbiedad de 99.74%, DBO 92.28% y DQO 93.54 % , indicando que el cloruro ferrico es eficiente en el tratamiento de agua provenientes de lavado de lana. (Hernández et, al. 2016) Se investigó el impacto de la dosis de coagulante químico sobre la remoción de turbidez, empleando una dosis fija de floculante (30ml/l) y cloruro férrico ($FeCl_3$) como coagulante en la etapa de postratamiento, por lo que se considera el porcentaje de remocion al 100%. Esto debido a que no fue capaz de desviar el haz luminoso, es decir la turbidez no fue detectabe debido a la remocion de particulas de MO lograda por el proceso de pos tratamiento fisicoquimico. (Zeballos et, al. 2020), el artículo de investigación del autor demostró la eficiencia de la remoción utilizando una dosis óptima de coagulante de 200 mg/L y floculante MT-FLOC de 0.8 mg/L, lo que generó flóculos más densos, lo que optimiza el proceso de separación. para lo cual, ha obtenido una remoción del 82.55 % de DBO5 y EL 79.36 % de DQO, El estudio aborda la empleabilidad de un tratamiento de coagulación y floculación para efluentes resultantes del lavado de lana. con el objetivo de minimizar los parámetros contaminantes y verificar su adherencia a la normativa DS N° 010-2019-Vivienda.



CONCLUSIONES

Conclusión 1. Para determinar las características del agua cruda de lavado de lana, se enviaron muestras al laboratorio de calidad ambiental de EPISA para realizar los análisis necesarios y resultado, corresponde a concentraciones altas, obteniendo valores de turbiedad 1800 NTU; DBO 1200 mg/l y DQO 3120 mg/l, con pH de 8, temperatura 25°C. Son altas debido a varios factores específicos del proceso de lavado de lana, presencia de grasa natural, por uso de detergentes y productos químicos para eliminar la grasa, presencia de compuestos orgánicos no biodegradable, presencia de partículas suspendidas de lana y fibras.

Conclusión 2. El tratamiento de aguas depuradas implica una serie de procedimientos fisicoquímicos, entre los que se decidió utilizar el tratamiento de coagulación y floculación para erradicar los contaminantes existentes en el agua residual resultante del lavado de lana. La investigación utiliza cloruro férrico en una dosis óptima de 30 mg/l de 4.2 NTU y 5 NTU de turbiedad, por consecuente, los valores de DBO fueron de 90.3 mg/l y 95mg/l y para el parámetro de DQO 195 mg/l y 208 mg/l, es notable la reducción a comparación de los datos obtenidos inicialmente agua sin tratamiento.

Conclusión 3. La eficiencia de remoción de determinó el promedio de los valores adquiridos del tratamiento, corresponde al promedio de 4.6 UTN de turbiedad, el 92.65 mg/l de DBO y 201.5 de DQO. La dosis adecuada consigue la mayor remoción de turbidez 99.74 %; DBO el 92.28 %; DQO el 93.54 %.



RECOMENDACIONES

Considerando la experiencia adquirida durante el desarrollo de esta investigación, con el propósito de ampliar y profundizar algunos aspectos de esta área de investigación sobre el tratamiento de coagulación y floculación de aguas depuradas sugieren las siguientes recomendaciones para futuras indagaciones.

Recomendación 1: A las industrias textiles como la Empresa Tops que realice análisis de otros parámetros como: SST; aceites y grasas; sólidos sedimentables y otros. Con la finalidad de reducir más contaminantes de estas aguas que provienen del lavado de lana.

Recomendación 2: Realizar tratamientos con coagulantes naturales, con la posibilidad de tener opciones de mejores resultados en la depuración de aguas contaminantes de lavado de lana.

Recomendación 3: Cuando una vez tratadas las aguas residuales, consideren ser reciclarlas para su reutilización del proceso de lavado u otros y así contribuir a la conservación de este recurso tan valioso.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Bermeo, D., & Salazar, F. (2013). *Optimización del proceso de tratamiento de aguas residuales en la planta industrial de una empresa textil.* Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Berrio, N. A., & Rodríguez, S. G. (2012). Estudio de la viabilidad de la coagulación y adsorción para eliminar la carga orgánica en efluentes textile. *Universidad Tecnológica de Pereira*, 1.
- Bonilla, P. C. (2010). *Tratamiento de aguas depuradas de la industria textil mediante la técnica de oxidación con ozono.* o. Mexico, D.F.: Instituto Politecnico Nacional Cicata-Legaria.
- Calienes, L. R., & Gomez, L. R. (2019). *Tratamiento fisicoquímico de aguas residuales del lavado de fibras proteicas para su posible reutilización y cumplimiento de los VMA.* Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Cardona, S. J., & Grajales, M. T. (2014). *Evaluación fisiscoquímica por el método de adsorción-coagulación-floculación para la remoción de colorantes del efluente del área de procesos Industriales de la Empresa Textil CO&TEX S.A.S.* Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira .
- Coaquira, M. M. (2017). *Optimización de un sistema de tratamiento de efluentes más eficiente para la industria textil de Productores de Camélidos Andinos Ltda. (COOPECAN Perú), Cerro Colorado, Arequipa, 2016.* Arequipa: Universidad Alas Peruanas.
- Cóndor, R. N., & Leiva, K. D. (2019). *Remocion de la demanda química de oxígeno en agua sintética de la industria textil con el uso de chayote (Sechium Edule). a nivel Laboratorio.* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.



- Daviran, V. D., & Caro, E. E. (2019). *Evaluación de la eficacia de Opuntia ficus en la remoción de materia orgánica y turbidez del agua residual vehicular mediante coagulación*. Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú.
- Delgado, R. M. (2018). *Tratamiento de los efluentes del reactor UASB empleando una combinación de amonio cuaternario y hierro*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Espinoza, B. J. (2024). *Tatamiento de aguas residuales del lavado de jaulas de transporte de pollos mediante electrocoagulación en la PSP. S.A.C. - Chancay*. Huacho: Universidad Nacional José Fustino Sánchez Carrión.
- Fernández, P. C. (2018). *Tratamiento combinado anaerobio/aerobio para aguas residuales de la industria textil, específicamente de la etapa de lavado de lana de oveja*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María .
- Gallardo, M. A. (2017). *Coagulantes y floculantes naturales para la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas desechadas*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Garibay, G. E., & Zanabria, M. W. (2023). *I Inyección de dióxido de carbono en la coagulación-floculación para aguas residuales textiles (piloto, 2023)*. Callao: Universidad Nacional de Callao.
- Gilpavas, E., & Castaño, A. P. (2017). Tratamiento de efluentes textiles mediante un proceso de coagulación química acoplado a la intensificación de procesos Fenton con ultrasonido de baja frecuencia *Universidad Escuela de Administración, Finanzas y Tecnología*, 158.
- Gómez, S. M. (2005). *Tratamiento de efluentes líquidos a través de procesos acoplados de electrocoagulación y generación insitu del reactivo de Fenton* . Centro de Investigación y desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C.



- Hernández, J. E., LamedaCuicas, E., Sierra, M. G., Quintero, L. M., & Sierra, M. C. (2016). Evaluación de un proceso físicoquímico de postratamiento para remover la turbidez en los efluentes de una tenería.. *ASA ISSN Universidad Centroccidental "Lisando Alvarado"*, 50-65.
- Internacional, C. F. (2007). *Guías s de buenas prácticas ambientales, de salud y seguridad para la industria textil*. Washington: Grupo del Banco Mundial .
- López, J. R. (2022). *sobre el uso de residuos textiles como coagulantes binarios para la depuración de agua residual sintética, con especial atención a la reducción de la turbidez*. Huancayo: "Universidad Nacional del centro del Perú".
- Montes, M. L., & Claudio, S. S. (2023). *Remoción de los contaminantes de las aguas residuales de una planta textil usando electrocoagulación*. Callao: Universidad Nacional de Callao.
- Morales, C. R., & Huaman, O. P. (2022). *Remoción del azul de metileno en aguas residuales textiles industriales por medio de la oxidación a nivel de laboratorio - Huancayo , 2021* . Huancayo: Universidad Continental.
- Navarro, M. S. (2012). *Estudio de la aplicación de métodos físico-químicos para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una industria dedicada al procesamiento y congelación de verduras*. Valencia : Universitat Politècnica de València.
- Ocaña, R. A. (2022). *Obtención de coagulantes/floculantes orgánicos naturales para mejorar el tratamiento de agua*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Odria, M. R. (2021). *"Remoción de sulfato de aluminio y arifloc C606 para la remoción de sólidos suspendidos totales y aceites y grasas en el sistema de*



- tratamiento de aguas depuradas industriales s, corporación Miyasato S.A.C., ATE". Callao: Universidad Nacional del Callao.*
- Ospina, N. H., & Betancur, S. R. (2016). *Tratamiento combinado de electrocoagulación y oxidación para depurar las aguas residuales del sector textil*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Oviedo, E. M., & Alarcon, M. E. (2017). *"Investigación tecnológica para la simulación y tratamiento de aguas desechadas en fibras orgánicas"*. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín Arequipa.
- Paredes, J. A. (2016). *"Selección entre un método de electrocoagulación y un sistema combinado de electrocoagulación con Fenton para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales de la compañía textil Fabrinorte CIA. LTDA"* . Quito: Escuela politécnica Nacional.
- Patrocinio, A. S. (2016). *Mejorar la forma de sacar lanolina del agua sucia que queda después de lavar la lana, usando un método que combina cosas físicas y químicas*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Ponceca, N. Y., Matos, C. R., & Huytalla, R. Q. (2018). *Uso del quitosano para limpiar las aguas contaminadas de la fábrica Universal Textil S.A. usando una técnica natural*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
- Requena, A. F. (2021). *Evaluación del impacto del quitosano en la calidad de los efluentes de curtiembres, evaluando cromo y parámetros fisicoquímicos*. Arequipa: Universidad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas.
- Rodriguez, A. V., Campos, Y. A., Alva, S. E., & Ocaña, A. P. (2018). *"Efecto del tiempo de agitacion y dosis entre coagulante de exoesqueleto de camaron y*



- chatarra de hierro en la remoción de turbiedad del Rio Santa*". Trujillo: Universidad César Vallejo .
- Rodríguez, D. I. (2020). Análisis en profundidad y mejora de un proceso de floculación con pectina de nopal para el tratamiento *de aguas contaminadas con metales de la industria de la Gavanoplastía*. México: Centro de Investigación y desarrollo Tecnológico en electroquímica, S.C.
- Ronderos, D. F. (2021). *Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas desechada de la industria textil utilizando humedales artificiales*. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- Saavedra, C. D., & Tapia, T. E. (2016). *"Diseño y operación de un prototipo de sistema para tratamiento de aguas contaminadas a causa de proceso de teñido en lavadora artesanal Textil RV"*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Salvador, F. C., & Aldave, E. K. (2019). *" Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el proceso de teñido en una planta industrial textil ubicada en Lima "*. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Jalisco: Universidad de Celaya Investigador del Instituto Politécnico Nacional.
- Simorte, S. A. (2010). *Aplicación del proceso Fenton y coagulación-floculación para la regeneración de aguas residuales tratadas*. Zaragoza: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza.
- Trujillo, D., & Duque, L. F. (2014). Remoción de turbiedad en agua de fuente natural utilizando coagulación/floculación con almidón de plátano como agente coagulante. *Universidad Católica de Manizales*, 22.
- Zeballos, M. O., Murillo, V. P., Carrizales, T. Q., Nuñez, M. E., & Paredes, F. E. (2020). Tratamiento de las aguas residuales del lavado de lana en una



fábrica textil de Arequipa *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*,
428-438.

Zerbatto, M., Carrera, E., Eliggi, M. S., Modini, L., Vaira, S., Nosedá, J. C., &
Abramovich, B. (2009). Cloruro Férrico para la coagulación optimizada y
remoción de enteroparásitos en agua. *Asociación de Universida*, 19.



ANEXOS



Anexo 1:

Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicador	Unidad
<p>Problema general ¿Qué eficiente será del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román?</p>	<p>Objetivo general Evaluar la eficiencia del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.</p>	<p>Hipótesis general El cloruro férrico permitirá remover la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.</p>	<p>Variable Independiente Eficiencia del cloruro férrico</p>	Dosis de cloruro férrico	15, 20, 30, 40	mg/L
<p>Problema específicas ¿Cuáles son las concentraciones iniciales de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román? ¿Qué dosis adecuada del cloruro férrico removerá la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román? ¿Cuál será el porcentaje de remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román?</p>	<p>Objetivos específicos Evaluar las concentraciones iniciales de turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román. Determinar la dosis adecuada del cloruro férrico para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román. Determinar el porcentaje de remoción de turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román.</p>	<p>Hipótesis específicas La turbidez y materia orgánica que contiene las aguas provenientes del lavado de lana exceden las concentraciones iniciales. La dosis adecuada del cloruro férrico ayudará considerablemente para la remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román. La remoción de la turbiedad y materia orgánica de aguas provenientes del lavado de lana de la Empresa Tops de San Román obtiene un mayor porcentaje de reducción.</p>	<p>Variable Dependiente Remoción de la turbiedad y materia orgánica</p>	Parámetro	Turbiedad, DBO y DQO	NTU, mg/L

Anexo 2:

Panel Fotográfico

Ubicación para la toma de muestra



El proceso del lavado de las fibras



Aguas residuales que son desechadas del lavadero

La coagulación-floculación del tratamiento





Anexo 3:

Resultado del laboratorio de calidad ambiental EPISA



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA065 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA
1.2. Proyecto : EFICIENCIA DEL CLORURO FERRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIDEZ Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Aguas
2.2. Numero de muestras : 01
2.3. Muestreado por : Dina Veronica Coaquira Canaza
2.4. Fecha de ensayo : 16/07/2024
2.5. Departamento : Puno
2.6. Provincia : San Román
2.7. Distrito : Juliaca
2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 1	N: 8288284.9 E: 372709.6	15/07/2024	10:11

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	P - I
Temperatura	°C	25.0
Turbidez	NTU	1800
pH		8.0
Demanda química de oxígeno	mg/L	3120
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	1200

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 31 de julio del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"
Mgt. Ing. Milthon Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.E.: 00295991



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA066 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA
1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DEL CLORURO FERRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
2.2. **Numero de muestras** : 01
2.3. **Muestreado por** : Dina Veronica Coaquira Canaza
2.4. **Fecha de ensayo** : 24/07/2024
2.5. **Departamento** : Puno
2.6. **Provincia** : San Román
2.7. **Distrito** : Juliaca
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 1	N: 8282287.2 E: 380119.1	23/07/2024	10:30

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	D - 1	D - 2	D - 3	D - 4
Temperatura en laboratorio	°C	13	13.2	13.1	13.3
pH		3.5	3.7	3.8	3.6
Turbidez	NTU	21	10.2	4.2	6.8
Demanda química de oxígeno	mg/L	587	440	195	232
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	323	305	90.3	110.5

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 31 de julio del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
Mgtr Ing. Milthon Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.E.: 00295991

2



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA067 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA
- 1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DEL CLORURO FERRICO PARA LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
- 2.2. **Numero de muestras** : 01
- 2.3. **Muestreado por** : Dina Veronica Coaquira Canaza
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 24/07/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 1	N: 8282287.2 E: 380119.1	23/07/2024	10:30

V. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	RD - 1	RD - 2	RD - 3	RD - 4
Temperatura en laboratorio	°C	14.0	14.2	14.1	14.3
pH		3.5	3.5	3.3	3.5
Turbidez	NTU	32.0	15.0	5.0	7.2
Demanda química de oxígeno	mg/L	600.0	435.0	208.0	250.0
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	305.0	315.0	95.0	148.0

VI. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 31 de julio del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgr. Ing. Milton Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.E.: 00295991

3

Anexo 4:

Valores Máximos Admisibles D.S. N° 010-2019-VIVIENDA

24	NORMAS LEGALES
<p>25.3. El UND o su representante está facultado a presenciar la toma de muestra inopinada y suscribir el Acta respectiva. La no suscripción de dicha Acta por parte del UND o su representante, no la invalida.</p> <p>25.4. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente, distinto al Acta de toma de muestra inopinada, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realizó la toma de muestra inopinada, la misma que forma parte de los informes y procedimientos de supervisión, monitoreo e implementación de los prestadores de los servicios de saneamiento.</p> <p>25.5. Luego de realizada la toma de muestra inopinada, y recibidos los resultados por parte del laboratorio acreditado por el Inacal, el prestador de los servicios realiza el procedimiento establecido en los artículos 26 y artículo 27 del presente Reglamento, según corresponda.</p>	<p>presentadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.</p> <p>26.5. De verificarse que el UND cumple con los VMA establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento y que ha implementado las acciones de mejora señaladas en el párrafo 26.2 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender el cobro por exceso de concentración al UND.</p> <p>26.6. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento continúa cobrando por concepto del pago adicional por exceso de concentración correspondiente.</p> <p>Artículo 27.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 2</p> <p>27.1. En la primera oportunidad que el UND supere alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento, comunica al UND lo siguiente:</p>
<p style="text-align: center;">CAPÍTULO VI</p> <p style="text-align: center;">EVALUACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES</p> <p>Artículo 26.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 1</p> <p>26.1. Si los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, superan los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa las acciones siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Solicita al UND que ejecute la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas a fin de no exceder los VMA; y,2. Realiza el cobro del pago adicional por exceso de concentración, en tanto el UND implemente las acciones de mejora. <p>26.2. Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, este comunica al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella. Cuando el UND no efectúe la referida comunicación o lo efectúe fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.</p> <p>De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencia y participe en dicha toma de muestra, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirlo, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.</p> <p>26.3. El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.</p> <p>26.4. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Que cuenta con un plazo máximo de sesenta (60) días calendario, contados desde el día siguiente de la notificación, para implementar las acciones de mejora necesarias y acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento. Vencido dicho plazo máximo indicado, sin que el UND implemente las acciones de mejora necesarias y acredite cumplir con los VMA, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.2. Excepcionalmente, y dentro del plazo antes indicado, el UND está facultado a solicitar el otorgamiento de un plazo adicional, el cual es evaluado y, de ser el caso, otorgado por el prestador de los servicios de saneamiento. Las opciones para el otorgamiento del plazo adicional son las siguientes:<ol style="list-style-type: none">2.1. Hasta sesenta (60) días calendario adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario adicionales. La solicitud debe contener el sustento técnico y las evidencias del inicio de ejecución de las acciones de mejora necesarias para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento.2.2. Hasta dieciocho (18) meses adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo superior a sesenta (60) días calendario adicionales. Para dicho fin debe seguir con el procedimiento establecido a continuación:<ol style="list-style-type: none">a) El UND, dentro del plazo establecido en el inciso 1 del presente párrafo, puede solicitar por escrito y por única vez, al prestador de los servicios de saneamiento, un plazo adicional, de hasta dieciocho (18) meses, para implementar acciones de mejora a fin de cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, adjuntando para dicho fin la documentación sustentatoria que contenga como mínimo, lo siguiente:<ol style="list-style-type: none">i) Propuesta técnica de las acciones de mejora que efectúa el UND.ii) Propuesta económica del costo total de las acciones de mejora.iii) Cronograma de ejecución de las acciones de mejora propuestas.b) Presentada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la evaluación de la documentación antes indicada, en un plazo no mayor de diez (10) días hábiles, contados desde el día siguiente de presentada la solicitud, considerando la situación de las descargas de aguas residuales no domésticas de cada UND.



En caso el UND presente información incompleta, se le otorga un plazo de tres (3) días hábiles para subsanarla.

c) Presentada la información faltante dentro del plazo otorgado, el prestador de los servicios de saneamiento evalúa la solicitud y determina su aprobación o desaprobación, dentro de un plazo no mayor de diez (10) días hábiles.

Si transcurrido el plazo para presentar la información faltante, el UND incumple con presentar dicha información o la realiza fuera del plazo otorgado, se archiva el trámite y se procede a la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

d) De ser aprobada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento comunica al UND dicha decisión, señalando el plazo adicional con el que cuenta para ejecutar las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento. El plazo adicional se contabiliza desde el día siguiente de la fecha de comunicación realizada por el prestador de los servicios de saneamiento.

En caso que el prestador de los servicios de saneamiento desaproveche la solicitud presentada por el UND, se archiva el trámite y procede a efectuar la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

e) A partir del día siguiente de comunicada la aprobación de la solicitud por el prestador de los servicios de saneamiento, el UND cuenta con un plazo no mayor a quince (15) días hábiles para gestionar y presentar una garantía financiera de una institución financiera supervisada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), que represente el treinta por ciento (30%) del costo total de las acciones de mejora propuestas por el UND.

f) Presentada dicha garantía financiera, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suscribir con el UND un Acuerdo en el que se establece el plazo otorgado por única vez, a fin de ejecutar las acciones de mejora propuestas por el UND para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

El Acuerdo debe incluir una cláusula penal que contemple que el UND se obliga a pagar mensualmente al prestador de los servicios de saneamiento el cien por ciento (100%) adicional al importe facturado por el servicio de alcantarillado sanitario, durante los seis (6) primeros meses de ejecución de las acciones de mejora aprobadas, y del doscientos por ciento (200%) adicional por el mismo concepto, en caso el plazo del acuerdo suscrito sea superior a seis (6) meses.

El prestador de los servicios de saneamiento procede a cobrar el importe correspondiente desde el siguiente mes de facturación, luego de suscrito el Acuerdo, con efecto retroactivo al día siguiente de notificado el UND en la situación descrita en el presente párrafo.

g) Si transcurrido el plazo señalado en el literal e) del presente artículo, el UND no suscribe el Acuerdo, se archiva el trámite y se procede con la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

h) En caso que el UND incumpla el Acuerdo suscrito, el prestador de los servicios de saneamiento procede con ejecutar la garantía financiera otorgada a su favor, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento. Del mismo modo, el prestador de los servicios de saneamiento suspende el cobro del pago establecido en el literal f) del presente artículo.

i) En caso el UND cumpla con el Acuerdo suscrito y acredite haber ejecutado las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de

anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo, participe en ella. Si el UND no efectúa la referida comunicación o lo efectúa fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la toma de la muestra de parte, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.

j) El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, a fin de que proceda con revisar y evaluar los resultados de los análisis, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

De verificarse que el UND cumple los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a actualizar el Registro de UND.

De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

27.2. Si en una nueva oportunidad, producto de los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, se verifica que el UND supera alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa los siguientes pasos:

1. Notifica al UND que incumple con los parámetros del VMA.
2. Solicita al UND, ejecutar la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas y no exceder los VMA.
3. Suspende temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que el UND implemente las acciones de mejora y acredite cumplir con los parámetros del VMA.

27.3. Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos; debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella.

En caso que, el personal del prestador de los servicios de saneamiento participe en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la realización de dicha diligencia, la cual debe ser efectuada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento, debidamente acreditado, procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en

el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND o a su representante.

27.4. El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

27.5. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias de mejora implementadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

27.6. De verificarse que el UND cumple con los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, y que ha implementado las acciones de mejora mencionadas en el párrafo 27.3 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la rehabilitación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

27.7. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento mantiene la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

TÍTULO IV

DENUNCIAS, RECLAMOS Y SITUACIÓN DE EMERGENCIA

CAPÍTULO I

DENUNCIAS Y RECLAMOS

Artículo 28.- Participación de otros usuarios
Los usuarios domésticos y los UND están facultados a denunciar, de forma escrita o verbal, ante el prestador de los servicios de saneamiento competente, los hechos, actos u omisiones que dañen el sistema de alcantarillado sanitario, proporcionando, como mínimo, la información siguiente:

1. Identificación completa de la persona que realiza la denuncia.
2. Identificación del UND que efectúa la descarga al sistema de alcantarillado sanitario.
3. Breve descripción del hecho, acto u omisión que se presume cometido.

Sin perjuicio de ello, están facultados a interponer las quejas y/o denuncias ante las instancias que consideren competentes.

Artículo 29.- Procedimiento de reclamo

29.1. Los UND están facultados a presentar reclamos ante los prestadores de los servicios de saneamiento.

29.2. La Sunass es la encargada de establecer los procedimientos, plazos e instancias correspondientes para la atención de dichos reclamos.

CAPÍTULO II

DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Artículo 30.- Situación de emergencia

30.1. Si bajo una situación de emergencia, por caso fortuito o fuerza mayor, se incumple(n) alguna(s) de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, el UND, a través de cualquier medio, debe comunicar inmediatamente dicha situación al prestador de los servicios de saneamiento competente.

30.2. Una vez producida la situación de emergencia, el UND utiliza todos los medios a su alcance para reducir

al máximo los efectos de la descarga por situación de emergencia, en coordinación con el prestador de los servicios de saneamiento competentes.

Artículo 31.- Procedimiento a seguir en caso de emergencia

31.1. Sin perjuicio de lo establecido en el párrafo 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, en un plazo máximo de dos (2) días calendario de producido el hecho, el UND debe informar por escrito al prestador de los servicios de saneamiento la situación de emergencia ocurrida, señalando su identificación y los siguientes datos:

1. Causas que originaron la situación de emergencia.
2. Hora en que se produjo y duración de la misma.
3. Volumen y características de la descarga.
4. Acciones de mejora adoptadas.
5. Hora y forma en que se comunicó el suceso al prestador de los servicios de saneamiento.

31.2. El prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación de la información remitida por el UND, en un plazo no mayor de dos (2) días calendario de recibida, se encuentra facultado para exonerar del cobro por el pago adicional por exceso de concentración o de la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario por las descargas de aguas residuales no domésticas que superen los VMA detallados en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, otorgando como máximo el plazo de tres (3) días calendario, contados desde la comunicación del pronunciamiento efectuado por los prestadores de los servicios de saneamiento, para reponer su sistema de tratamiento de aguas residuales.

31.3. Sin perjuicio de otras responsabilidades en que pudiera haber incurrido el UND, los costos que realice el prestador de los servicios de saneamiento como producto de las acciones de mejora por las descargas accidentales, son asumidas por el UND, de acuerdo al procedimiento que para dicho fin apruebe la Sunass.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aprobación de normas Complementarias

En un plazo no mayor de noventa (90) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente decreto supremo en el Diario Oficial El Peruano, la Sunass aprueba las normas complementarias necesarias, a fin de adecuarlas a lo dispuesto en el presente Reglamento.

Segunda.- Indicador de Gestión

En cumplimiento de lo dispuesto en la Decimoséptima Disposición Complementaria Final de la Ley Marco, la Sunass en un plazo máximo de ciento veinte (120) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, aprueba, mediante Resolución de Consejo Directivo, la incorporación del cumplimiento de los VMA como indicador de gestión de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento.

Tercera.- Difusión

Corresponde a las entidades con competencias reconocidas en materia de saneamiento efectuar la difusión del presente Reglamento, por los medios más adecuados para su conocimiento y aplicación, debiendo, además, disponer su publicación en sus respectivos Portales Institucionales.

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas y programas de difusión, a fin de que los UND, adecúen sus descargas a las disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

Cuarta.- Capacitación

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas de capacitación y otras que considere pertinentes, al interior de su organización, para el mejor cumplimiento e implementación de los VMA.

Quinta.- Asistencia Técnica

Sin perjuicio de las funciones que realicen las entidades e instituciones con competencias reconocidas en materia de saneamiento, el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), en el marco de sus funciones y competencias, brinda asistencia técnica a los prestadores de servicios de saneamiento del ámbito urbano, para el adecuado cumplimiento del presente Reglamento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS**Primera.- Plazo para el Registro de UND**

Los prestadores de los servicios de saneamiento tienen un plazo máximo de un (1) año, contados desde el día siguiente de la publicación del presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, para registrar y/o actualizar a la totalidad de sus UND que se encuentren dentro de su ámbito de responsabilidad.

Segunda.- Implementación del punto de toma de muestra del UND

Los prestadores de los servicios de saneamiento, en un plazo no mayor de dos (2) años, contados a partir del día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, realizan las acciones necesarias para implementar, bajo responsabilidad, que todos los UND cuenten con una caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliar en la parte externa de su predio, acorde con las características y especificaciones técnicas establecidas en la normativa sectorial.

Tercera.- Procedimiento para identificar y determinar el punto de toma de muestra temporal del UND

En tanto se implemente la instalación del punto de toma de muestra o conexión domiciliar mencionada en la Segunda Disposición Complementaria Transitoria, a efectos de aplicar lo dispuesto en el presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento, identifican y determinan el punto de toma de muestra temporal del UND, el cual en todos los casos debe estar ubicado antes de la red de alcantarillado sanitario. Para dicho fin, se debe cumplir con el procedimiento siguiente:

1. El prestador de los servicios de saneamiento, notifica al UND, precisando el día y hora en que se lleva a cabo la visita a sus instalaciones, a fin de realizar la verificación y determinación del punto de toma de muestra temporal, el cual puede contar con la presencia del UND o su representante, persona encargada o con la persona que se encuentre en las instalaciones. Dicha notificación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del UND.

2. El prestador de los servicios de saneamiento se apersona a las instalaciones del UND a efectos de proceder con lo señalado en el numeral precedente, previa verificación de que la notificación realizada al UND, cumple con las disposiciones establecidas en el artículo 21 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General (TUO de la Ley N° 27444), aprobado por el Decreto Supremo N° 008-2017-JUS, para lo cual procede a levantar el Acta de inspección, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

3. Durante la diligencia, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al UND o su representante, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. La no presentación de la documentación antes mencionada no invalida la diligencia ni el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, el prestador de los servicios de saneamiento, puede otorgar un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, a partir del día siguiente de realizada la diligencia, a efectos que el UND cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

4. En el Acta de inspección debe constar la determinación del punto de toma de muestra temporal. La suscripción del Acta por parte del UND o su representante no es obligatoria, por lo que si este se niega a suscribirlo, no la invalida, sin perjuicio de que consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta debe ser entregada al UND o su representante.

5. Si el UND o su representante no permite el ingreso a sus instalaciones u obstaculiza las labores del personal del prestador de los servicios de saneamiento debidamente identificado, este procede a consignar dicha circunstancia en el Acta de inspección, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta la efectiva realización de la inspección. El Acta de inspección es notificada al UND o su representante en el momento de la diligencia, cumpliendo con las disposiciones establecidas en los párrafos 21.1, 21.3 y 21.4 del artículo 21 del TUO de la Ley N° 27444.

6. Suspendidos temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, el prestador de los servicios de saneamiento reprograma la visita a las instalaciones del UND, a solicitud de este, para lo cual debe restablecer los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VIMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DOO	1000
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Greses	mg/l	A y G	100

ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VIMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN ⁻	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr ⁶⁺	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ²⁻	1000
Sulfuros	mg/l	S ²⁻	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH ⁴⁺	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/hh	S.S.	8.5
Temperature	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, es la precisada en el presente Reglamento tomando como referencia el código CIU. Aquellas actividades que no estén incluidas en este código, deben cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo. Los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, son determinados a partir del análisis de muestras puntuales.

(2) Las concentraciones de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 deben ser determinadas a partir del análisis de muestras puntuales.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 21/11/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DINA VERONICA COAQUIRA CANAZA

Dirección: JR. SERGIO DAVILA ORQUIZA S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73743946

Teléfono: 902269869 email: veronicacoaquiracanza.01@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO DE INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: DR. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EFICIENCIA DEL CLORURO FÉRRICO PARA LA REMOCIÓN DE
TURBIEDAD Y MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS PROVENIENTES
DEL LAVADO DE LANA DE LA EMPRESA TOPS DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): CLORURO FÉRRICO, EFICIENCIA, LAVADO DE LANA, MATERIA ORGÁNICA, TURBIDEZ.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

21 DE NOVIEMBRE DEL 2024

Fecha