



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES
EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL
DISTRITO DE JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERIKA JULISSA FLORES LARICO

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

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES
EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL
DISTRITO DE JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERIKA JULISSA FLORES LARICO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:

M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:

Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1006-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-7321 presentado por el (la) Bachiller: **ERIKA JULISSA FLORES LARICO** 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. **ERIKA JULISSA FLORES LARICO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024**, 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. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

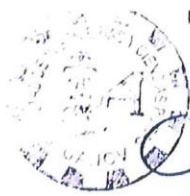
ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS.**

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ERIKA JULISSA FLORES LARICO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 11 de septiembre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


 UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
 DECANO (e)
 CIP: 32730


 UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 Dr. Frits Willy Momeni Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
 Archivo
 interesado (a)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 879-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 6536, presentado por el señor (a) **ERIKA JULISSA FLORES LARICO** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1911-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 446-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ERIKA JULISSA FLORES LARICO** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1911-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 446-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024**.

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 del Director de la Unidad 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, 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 **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **ERIKA JULISSA FLORES LARICO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, se le asigna como:

ASESOR: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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 CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VAMONTE CALLA
DECANO (G)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 446-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 3481 por el señor (a): **ERIKA JULISSA FLORES LARICO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 350-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 007 - 2025 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): **ERIKA JULISSA FLORES LARICO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024**, 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 **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** 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° 007 - 2025 **aproband** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024**, 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): **ERIKA JULISSA FLORES LARICO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024** 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. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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 CIENCIAS PURAS
Dr. OSCAR V. VIZAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1911-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 18599, presentado el señor (a) **ERIKA JULISSA FLORES LARICO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1538-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 146-2024 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): **ERIKA JULISSA FLORES LARICO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024**, 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° 146-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024**.

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): **ERIKA JULISSA FLORES LARICO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024** 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 **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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.


MILTHON QUISPE VELÁSQUEZ
PROFESOR DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
.....
Dr. Etraín Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 6% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.


Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios



Título de la Tesis	
CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ERIKA JULISSA FLORES LARICO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76919079
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-4577-7884
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5101-4264
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESUS 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: -15.500566 Longitud: -70.134663 URL Maps:</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRR0oFjk&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 – Setiembre 2025
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
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y SISTEMAS PUNO

Dr. Fritz Wily Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ERIKA JULISSA FLORES LARICO, identificado con DNI
Nro. 76919079, 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:

CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

Asesorado por: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

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 03 de OCTUBRE del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por la fortaleza para actuar guiado por los valores de mi fe, con la convicción de que todo progreso profesional debe destinarse a forjar el bien a través de la educación.

A mis patriarcas Fredy y Yaneth de manera especial por ser pilares fundamentales en mi vida, por enseñarme a caminar y apóyame en este tiempo de formación profesional.

A mis hermanos Yerson, Adeirson, Vale y Fredy Leonel, por ser una motivación más en mi vida.

A Frank Ticona por ser un amigo ejemplar, por todo el tiempo dedicado, por escucharme, corregirme y absolver las dudas que tengo.

A mis compañeros del FED quien con sus preguntas ¿cómo va la tesis? Siempre me dieron el impulso, colegas de trabajo y docentes por ser educadores de la práctica profesional día a día con sus conocimientos y experiencia, permitiéndome crecer como profesional, especialmente agradecerles a todos por su valiosa colaboración y participación en esta investigación.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la UANCV por la oportunidad de mi formación académica, así como a los profesores de la EPISA. Destaco especialmente al Mgtr. Jesus, cuyo compromiso y vocación fueron esenciales al impartir sus saberes y vivencias.

A mis padres Fredy Flores Zela y Yanet Larico Estofanero, a mis colegas y amigos universitarios, con quienes viví etapas de formación, dedicación y apoyo mutuo. Y, en última instancia, a todos los individuos que, de algún modo, contribuyeron a la consecución de esta meta. ¡Gracias infinitas!



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática	14
1.2. Planteamiento del problema	16
1.2.1. Problema general.....	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Objetivo de la investigación	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Justificación	17
1.5. Hipótesis	17



1.5.1. Hipótesis general	17
1.5.2. Hipótesis específica	18
1.6. Variables.....	18
1.6.1. Variable dependiente	18
1.6.2. Variable independiente	18
1.7. Operacionalización de variables	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. Antecedentes internacionales	20
2.1.2. Antecedentes nacionales	22
2.1.3. Antecedentes regionales.....	24
2.2. Marco teórico	24
2.2.1. Aguas residuales.....	24
2.2.2. Aguas residuales industriales.....	25
2.2.3. Aguas residuales textiles	26
2.2.4. Características específicas de las aguas residuales textiles.....	26
2.2.5. Procesos físicos-químicos para la clarificación de aguas residuales	28
2.2.6. Poliacrilamida (PAM) como floculante en el tratamiento de aguas residuales.....	29
2.2.7. Floculación con Poliacrilamida (PAM).....	29
2.2.8. Parámetros que afectan la eficiencia del tratamiento con poliacrilamida.....	30



2.2.9. Importancia de la clarificación en la gestión ambiental	32
2.2.10. Prueba de jarras (Jar test) en el tratamiento de aguas residuales.....	33
2.3. Marco conceptual	35
2.3.1. Aguas residuales textiles	35
2.3.2. Clarificación.....	35
2.3.3. Poliacrilamida (PAM).....	35
2.3.4. Floculación	36
2.3.5. Coagulación	36
2.3.6. Turbidez	36
2.3.7. Sólidos Totales en Suspensión (STS).....	36
2.3.8. pH	36
2.3.9. Sedimentación	36
2.3.10. Eficiencia del tratamiento	36
2.3.11. Industria textil.....	36

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	38
3.2. Nivel de investigación	38
3.2. Enfoque de la investigación	38
3.3. Técnicas e instrumentos	39
3.3.1. Técnicas.....	39



3.3.2. Instrumentos	39
3.3.3. Ubicación de la zona de investigación.....	39
3.3.4. Población y muestra	40
3.3.5. Materiales y equipos.....	41
3.3.6. Procedimiento metodológico	42

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados.....	51
4.2. Prueba de hipótesis	62
4.2.1. Método para la Prueba de Hipótesis	62
4.2.2. Discusiones.....	70
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	81



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	19
Tabla 2 Métodos normalizados para el análisis a aguas potables y residuales	43
Tabla 3 Dosis de Poliacrilamida.....	45
Tabla 4 Condiciones de tratamiento	46
Tabla 5 Resultados iniciales	51
Tabla 6 Resultados del primer tratamiento	53
Tabla 7 Resultados del primer replica.....	53
Tabla 8 Resultados de la segunda replica	53
Tabla 9 Resultados de la tercera replica.....	54
Tabla 10 Promedio de resultados	54
Tabla 11 Eficiencia de tratamiento.....	59
Tabla 12 Datos de la turbidez antes y después del tratamiento.....	64
Tabla 13 Datos de los sólidos totales en suspensión antes y después del tratamiento.....	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Secuencia del proceso de agitación y sedimentación en la prueba de jarras	35
Figura 2 Ubicación de la zona de monitoreo	40
Figura 3 Análisis de turbidez	44
Figura 4 Pesos de Poliacrilamida	45
Figura 5 Tratamiento de agua en prueba de jarras	46
Figura 6 Muestras sedimentadas	47
Figura 7 Determinación de la clarificación	47
Figura 8 Reducción de la turbidez a diferentes dosis de Poliacrilamida	56
Figura 9 Reducción de los sólidos totales en suspensión a diferentes dosis de Poliacrilamida	57
Figura 10 Eficiencia de la reducción de turbidez	60
Figura 11 Eficiencia de la reducción de sólidos totales en suspensión	61
Figura 12 Distribución de la Turbidez en Aguas Residuales Textiles Antes y Después del Tratamiento con Poliacrilamida	68
Figura 13 Distribución de los STS en Aguas Residuales Textiles Antes y Después del Tratamiento con Poliacrilamida.	69



RESUMEN

El actual estudio tuvo como propósito analizar la efectividad de la poliacrilamida para clarificar las aguas remanentes de la industria textil en Juliaca, centrándose en disminuir parámetros contaminantes como la turbiedad, los SST y el pH. La problemática radica en la alta carga contaminante de las aguas remanentes generadas por la producción textil en la región, que carecen de procesamiento adecuado y afectan la condición del H₂O y la salubridad ambiental. Para abordar esta problemática, se esgrimió una metodología experimental, con un diseño de prueba de envases, en la que se emplearon diferentes concentraciones de poliacrilamida (5, 10, 15, 20 y 25 mg/L) a las aguas remanentes de textiles, evaluando la remoción de contaminantes por medio de la medición de turbidez, STS y pH. Los hallazgos expusieron que la cuantía de 20 mg/L fue la más eficiente, consiguiendo una reducción del 99.72% en turbidez y un 99.63% en los SST. Al mismo tiempo, se pudo ver una ligera disminución en el pH, manteniendo condiciones dentro de los límites aceptables. Finalmente, el procesamiento con poliacrilamida manifestó ser altamente eficaz en el perfeccionamiento de la calidad del H₂O de las aguas residuales textiles en Juliaca. La cuantía óptima de 20 mg/L resultó ser la más eficiente en la disminución de contaminantes, brindando una solución viable para el procesamiento de aguas remanentes en la región, la cual podría contribuir a las sostenibilidades ambientales y al perfeccionamiento de la condición de existencia en la zona.

Palabras claves: Agua residual, clarificación, industria textil, poliacrilamida



ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effectiveness of polyacrylamide in clarifying wastewater from the textile industry in Juliaca, focusing on reducing pollutants such as turbidity, TSS, and pH. The problem lies in the high pollutant load of the wastewater generated by textile production in the region, which lacks adequate processing and affects the condition of H₂O and environmental health. To address this problem, an experimental methodology was used, with a container test design, in which different concentrations of polyacrylamide (5, 10, 15, 20, and 25 mg/L) were applied to textile wastewater, evaluating the removal of pollutants by measuring turbidity, TSS, and pH. The findings showed that the amount of 20 mg/L was the most efficient, achieving a 99.72% reduction in turbidity and a 99.63% reduction in TSS. At the same time, a slight decrease in pH was observed, maintaining conditions within acceptable limits. Finally, processing with polyacrylamide proved to be highly effective in improving the H₂O quality of textile wastewater in Juliaca. The optimal amount of 20 mg/L proved to be the most efficient in reducing pollutants, providing a viable solution for wastewater treatment in the region, which could contribute to environmental sustainability and improve living conditions in the area.

Keywords: Wastewater, clarification, textile industry, polyacrylamide



INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos hídricos constituye una de las mayores crisis ecológicas mundiales, afectando gravemente a los ecosistemas y al bienestar humano (UNESCO, 2020). El sector textil, reconocido por su elevado potencial contaminante, produce efluentes con elevadas reuniones de partículas en suspensión, colorantes y sustancias químicas, cuya mitigación exige la implementación de procesos de depuración efectivos (Zevallos, Pérez Murillo, et al., 2020). A nivel nacional, Perú enfrenta desafíos similares, especialmente en ciudades industriales como Lima y Arequipa, donde el procesamiento de aguas remanentes textiles es un área crítica para las sostenibilidades ambientales (MINAM, 2022). En el contexto local de Juliaca, en Puno, las industrias textiles han incrementado la reproducción de aguas remanentes, con la problemática adicional de la falta de infraestructura adecuada para su procesamiento (Castañeda, 2021). En este sentido, la Poliacrilamida, un floculante utilizado en el procesamiento de aguas remanentes, ha mostrado ser efectiva en la exclusión de poluciones como sólidos suspendidos y turbidez (Ríos, 2019). Su aplicación podría representar una solución innovadora para mitigar los impactos perjudiciales de la polución en el H₂O, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua en la región (Pérez et al., 2020). Diversos estudios han documentado los beneficios de este procesamiento en diferentes contextos, aunque aún se requiere evaluar su eficacia en las condiciones particulares de las aguas remanentes textiles (Gómez et al., 2019). Este análisis busca ayudar al discernimiento sobre la efectividad de la Poliacrilamida en la clarificación de aguas remanentes textiles en el distrito de Juliaca, con la finalidad de ofrecer una alternativa viable para optimar la condición del H₂O y la sostenibilidad ambiental en la región.



El procesamiento adecuado de las aguas remanentes constituye uno de los principales retos ambientales en el contexto industrial actual, especialmente en sectores como el textil, que genera grandes volúmenes de efluentes con alta carga contaminante. En el distrito de Juliaca, la producción textil personifica una fuente importante de empleo y progreso económico, pero también es responsable de una significativa contaminación hídrica a causa de la descarga directa de aguas remanentes sin un procesamiento eficiente.

En este marco, la clarificación de las aguas remanentes surge como un proceso clave para la remoción de sólidos en suspensión y poluciones antes de la disposición final o reutilización del agua (Ma et al., 2017). La poliacrilamida, un polímero sintético ampliamente utilizado como floculante, ha demostrado ser efectiva para mejorar la eficiencia de la clarificación, facilitando la aglomeración y sedimentación de partículas contaminantes (Kutsevol et al., 2017).

Este estudio se organiza en 3 capítulos principales. El Capítulo I incluye la Introducción, la cual comprende la problemática, formulación y propósitos de la problemática, y la justificación del estudio. El Capítulo II desarrolla el Marco Teórico con los antecedentes, bases teóricas y definición de variables, seguido de la Metodología que describe el diseño y método de investigación, para finalizar con la presentación y análisis de los resultados. El Capítulo III expone las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

A nivel universal, la contaminación del agua es una de las primordiales preocupaciones ambientales debido a su impacto directo en la salubridad humana, los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad (Giraldo et al., 2005). Las aguas remanentes industriales, especialmente los derivados de la producción textil, contienen sustancias químicas, tintes, aceites y metales pesados que afectan la condición del H₂O. Como la OMS, más del 80% de las aguas remanentes a nivel completo no absorben procesamiento apropiado, lo que ayuda a la contaminación de las entidades de H₂O (OMS, 2018) fundamentalmente en países en desarrollo donde los sistemas de procesamiento son deficientes o inexistentes (UNEP, 2024). Este fenómeno es particularmente grave en países en desarrollo, donde las industrias textiles, que son altamente contaminantes, carecen de métodos efectivos para el procesamiento de las aguas remanentes. Conformemente, los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad y las comunidades locales sufren graves consecuencias, lo que genera una urgente necesidad de soluciones sostenibles para mitigar este problema global (GilPavas et al., 2018).

En el ámbito nacional, Perú también enfrenta una creciente preocupación por la condición del H₂O a causa de la contaminación industrial, incluida la industria



textil. El Ministerio del Ambiente (MINAM) ha señalado que las aguas remanentes industriales personifican una de las primordiales fuentes de contaminación hídrica en el país (MINAM, 2022). Las regiones con gran actividad textil, como Lima, Arequipa y otras zonas del sur, experimentan altos niveles de contaminación a causa de la falta de infraestructura de procesamiento apropiado para las aguas remanentes (Laurente, 2024). En particular, las aguas residuales textiles sujetan elevadas reuniones de contaminaciones, como tintes y metales sólidos, que requieren de procesos específicos, como la floculación, para optimar la condición del H₂O y resguardar los recursos del H₂O. Si bien algunas iniciativas han comenzado a implementarse, la falta de políticas más estrictas y tecnologías avanzadas ha dificultado una solución eficaz a nivel nacional.

En el contexto departamental, específicamente en Puno, la situación de las aguas residuales textiles es igualmente preocupante. En ciudades como Juliaca, con un creciente número de pequeñas y medianas empresas textiles, se ha incrementado la generación de aguas remanentes industriales sin un adecuado procesamiento. Las aguas remanentes textiles de esta región contienen compuestos contaminantes que conmueven tanto la salubridad de la urbe como las entidades de H₂O cercanas. A pesar de que el gobierno regional ha mostrado interés en el perfeccionamiento de la condición del H₂O, la falta de infraestructura y tecnologías de procesamiento adecuadas sigue siendo un desafío (Castañeda, 2021). El tratamiento de estas aguas, utilizando tecnologías como la Poliácridamida como floculante, podría representar una solución eficientemente para la clarificación de las aguas remanentes textiles en Juliaca, mejorando así la condición del H₂O y contribuyendo a las sostenibilidades ambientales en la

región(Quispe et al., 2018). Sin embargo, aún se requiere mayor investigación y apoyo gubernamental para implementar y optimizar estos tratamientos.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿En cuánto será la clarificación de las aguas residuales textiles empleando poliacrilamida en el distrito de Juliaca 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué concentración inicial de sólidos totales en suspensión, turbidez y pH presentan las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca antes del tratamiento con Poliacrilamida?
- ¿Cuál es la concentración óptima de Poliacrilamida para maximizar la eliminación de contaminantes como sólidos suspendidos, turbidez y pH en las aguas residuales textiles del distrito de Juliaca?
- ¿En cuánto será el porcentaje de remoción después del tratamiento con Poliacrilamida en la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la clarificación de las aguas residuales textiles empleando poliacrilamida en el distrito de Juliaca 2024

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración inicial de contaminantes como sólidos totales en suspensión, turbidez y pH en las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.



- Determinar la concentración óptima de Poliacrilamida para la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.
- Determinar el porcentaje de remoción después del tratamiento con Poliacrilamida en la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.

1.4. Justificación

La relevancia de este estudio radica en la creciente alarma generada por la contaminación hídrica en zonas industriales como el distrito de Juliaca, donde el sector textil produce significativos volúmenes de efluentes contaminados. Esta industria constituye una de las primordiales fuentes de degradación de cuerpos de H₂O, al incorporar sustancias como colorantes, tensoactivos, lubricantes y elementos metálicos pesados que deterioran la calidad del recurso hídrico y los ecosistemas asociados. La ausencia de un procesamiento eficaz convierte estos vertidos en un peligro potencial para la salubridad colectiva y el equilibrio ecológico.

El uso de poliacrilamida (PAM) como floculante en el procesamiento de aguas remanentes textiles ofrece una solución eficaz, mejorando la separación de poluciones como SS y turbidez. Esta investigación es particularmente relevante para Juliaca, donde la falta de infraestructura adecuada ha deteriorado la condición del H₂O. Los resultados contribuirán a soluciones sostenibles para mejorar el procesamiento de aguas remanentes y proteger los recursos hídricos y la salubridad de la población.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- El uso de Poliacrilamida en el tratamiento de las aguas residuales textiles del distrito de Juliaca mejora significativamente la calidad del agua al reducir



la concentración de contaminantes como sólidos totales en suspensión, turbidez y pH.

1.5.2. *Hipótesis específica*

- La concentración inicial de contaminantes (como sólidos totales en suspensión, turbidez y pH) en las aguas residuales textiles del distrito de Juliaca es alta, lo que indica la necesidad de un tratamiento adecuado.
- La Poliacrilamida tiene una concentración óptima que permite una mejora significativa en la clarificación de las aguas residuales textiles, logrando una remoción eficiente de contaminantes.
- El porcentaje de remoción en el tratamiento con Poliacrilamida en las aguas residuales textiles del distrito de Juliaca muestra una alta eficiencia en la reducción de sólidos suspendidos, turbidez y mejora en el pH, mejorando la calidad del agua.

1.6. Variables

1.6.1. *Variable dependiente*

- **Clarificación de las aguas residuales textiles:** Esta variable depende de la efectividad del tratamiento con Poliacrilamida, y se puede evaluar a través de parámetros como los sólidos totales en suspensión, turbidez y pH. Todos estos factores en conjunto indican la mejora de la calidad del agua tratada.

1.6.2. *Variable independiente*

- **Concentración de Poliacrilamida:** La cantidad de Poliacrilamida utilizada en el tratamiento de las aguas residuales textiles. (5 mg/l, 10mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l)



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
(Vd) Clarificación de las aguas residuales textiles	Sólidos totales en suspensión Turbidez pH	Disminución de Sólidos totales en suspensión Disminución Turbidez Neutralidad de pH	mg/L NTU Unid de pH
(Vi) concentración de Poliacrilamida	Concentración	Dosis de Poliacrilamida	mg/L

Nota: (Vi) Variable independiente (Vd) Variable dependiente



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Nagdi (2012) En su estudio evaluó el uso de poliacrilamida (PAM) y cloruro de polialuminio (PAC) como floculantes para el procesamiento de aguas remanentes de principio textil, empleando ensayos de prueba de jarras. Se analizó cómo la cuantía, la prontitud de mezcla y el periodo de precipitación afectan la eficiencia del proceso, midiendo la separación de tono, turbidez y DQO. Los hallazgos indicaron que PAM superó a PAC en rendimiento, logrando reducciones más significativas: 6 NTU en turbidez, 744 mg/l en DQO y un valor de color menor a 0,5. La mejor eficacia con PAM se consiguió con una cuantía de 0,07 g, una conmoción de 200 rpm y un periodo de sedimentaciones de 30 min. En cambio, los parámetros operativos no tuvieron un impacto relevante en los resultados cuando se usó PAC.

Sinha (2022) En su investigación analizó el procesamiento de aguas remanentes procedentes de la industria de pulpa y papel mediante el proceso de coagulación-floculación. Se comparó la eficiencia del alumbre y del cloruro de polialuminio (PACI), aplicados de forma individual o en combinación con poliacrilamida catiónica (C-PAM) y aniónica (A-PAM). Para ello, se evaluaron indicadores clave como la turbidez, la DQO, los SST, el IVS y el tiempo de



sedimentación. Los datos obtenidos revelaron que el alumbre, a una concentración de 1000 mg/L y pH 6, permitió eliminar el 99,8 % de la turbidez, el 99,4 % de los SST y el 91 % de la DQO. Por su parte, el PACI, con una cuantía de 500 mg/L al mismo pH, alcanzó una eficiencia de separación del 99,9 % en turbidez, 99,5 % en SST y 91,3 % en DQO. La opción más eficiente fue la combinación de alumbre con C-PAM (Organopol 5415), la cual logró una remoción del 99,7 % de la turbidez, 99,5 % de los SST y 95,6 % de la DQO, destacando también por su bajo IVS (38 mL/g) y su corto tiempo de sedimentación (12 segundos).

Ghafoorisadatieh et al. (2019) indican que la separación de SS y coloides personifica una etapa clave en el procesamiento del H₂O. En este análisis se llevaron a cabo ensayos experimentales para analizar cómo el pH y diversas concentraciones de cloruro de polialuminio (PACL) influyen en la eficiencia de reducción de turbidez. Asimismo, se identificó la dosis óptima de PACL para dicho propósito. Para simular la turbidez, se añadió caolín en distintas concentraciones, generando niveles iniciales entre 20 y 300 NTU, y se dejó reposar la mezcla durante 30 minutos. Los hallazgos mostraron que la mayor eficacia en la remoción se consiguió cuando el pH del agua se mantuvo en su estado natural, siendo la dosis óptima de PACL cercana a 5 ppm.

Lee, Goh, et al. (2017) indican que la producción textil genera un considerable impacto ambiental a causa de las aguas remanentes que produce, las cuales muestran elevados niveles de temple, pH, color y DQO. En este contexto, se evaluó el uso de un coagulante híbrido que combina cloruro de magnesio y poliácridamida para el procesamiento de estas aguas. Para determinar su efectividad en la exclusión del tono y la disminución de la DQO, se analizaron cuatro variables: pH, dosis, velocidad y tiempo de agitación. Los resultados mostraron que



cada uno de estos factores influye significativamente en los procesos de tratamiento. Los parámetros óptimos identificados fueron: pH = 12, dosis = 1000 mg/L, prontitud de agitación = 100 rpm y tiempo de agitación = 5 minutos. Bajo estas condiciones, se consiguió una eliminación del color del 82,83% y una disminución de la DQO del 26,38%. A pesar de estos avances, se sugiere implementar un tratamiento adicional para reducir aún más la DQO y garantizar que el efluente sea seguro para su liberación al medio ambiente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Zevallos (2020) el análisis tuvo como propósito evaluar la eficiencia de un proceso fisicoquímico para procesar los efluentes del lavado de lana en una textilera de Arequipa, asegurando el cumplimiento de los LMP. La metodología consistió en esgrimir tricloruro de hierro al 40% como coagulante y el polímero catiónico MT-FLOC 4299 a una reunión del 0.1% como agente floculante. La personalización del efluente se ejecutó antes y después del procesamiento, considerando parámetros como pH, DBO₅, DQO, TSS, turbidez, entre otros. A través de ensayos de prueba de jarras, se establecieron las cuantía óptimas en 200 mg/L para coagulante y 0,8 mg/L para el floculante. Bajo estas condiciones, se alcanzó una reducción del 89 % en turbidez y se lograron eficiencias superiores al 75 % en todos los contaminantes evaluados, cumpliendo con la normativa nacional vigente y evidenciando el potencial del tratamiento para su aplicación a escala industrial.

Espinoza (2023) tuvo como propósito analizar el efecto de distintas concentraciones de FeCl₃, PAC y su combinación en la reducción de turbidez en afluentes generados por una planta de botes de pescado. Para ello, se empleó el método de prueba de jarras, utilizando 2 litros de agua residual por ensayo. La fase



de coagulación se realizó a 120 rpm durante 5 min y la floculación a 50 rpm también por 5 min. Los experimentos mostraron que, al evaluar FeCl_3 y PAC individualmente y en combinación, y conservando firme la dosis de floculante aniónico en 60 ppm, las dosis óptimas fueron de 2400 ppm para FeCl_3 y 3300 ppm para PAC, logrando ambos una eficacia del 99,2 % en la eliminación de NTU. La mezcla más efectiva de ambos coagulantes fue en proporción 80 %, con una eficiencia de 97,5 %. Además, se encontró que el floculante aniónico alcanzó su mejor rendimiento a una cuantía de 50 ppm, logrando una reducción del 96,7 % de la NTU.

Lannacone & Linares, (2018) al emplear policloruro de Al como coagulante en una reunión de 100 mg/L junto con poliacrilamida aniónica como floculante a 5 mg/L durante la prueba de jarras, se consiguió eliminar el 98.21% de la turbidez y reducir en un 83.05% la DQO. Estos resultados superan notablemente los obtenidos al usar sulfato de Al, cuya cuantía óptima fue de 255 mg/L, es decir, más del doble de la cantidad necesaria con policloruro de aluminio.

Laurente (2024) El estudio tuvo como finalidad analizar la eficacia del proceso combinado de coagulación-floculación y adsorción para eliminar poluciones de aguas remanentes domésticas. La metodología implementó un enfoque cuantitativo con diseño experimental factorial. El agua remanente sintética esgrimida presentaba una DQO de 501.7 mg/L, una DBO de 275.9 mg/L y SST de 4065 mL/L, valores que superaban los parámetros regulatorios establecidos. Con la coagulación-floculación, la cuantía óptima de sulfato de Al (1.5 g) logró remover un 58.56% de DQO, 59.66% de DBO5 y 76.26% de SST. En la etapa de adsorción, la combinación de pH 5 y 2 g de cáscara de papa fue la más efectiva, logrando remociones de 84.01% en DQO, 85.59% en DBO5 y 97.84% en SST. Al final, los



niveles de contaminantes fueron menores a los límites permitidos, concluyéndose que este sistema combinado es eficaz para la remoción de poluciones en aguas remanentes domésticas.

2.1.3. Antecedentes regionales

Zuni (2024) indica que la contaminación del Lago Comuni - La Rinconada, debido a los relaves mineros, deteriora significativamente la calidad del agua. El fin de este análisis fue examinar la efectividad de *Opuntia ficus-indica* y poliacrilamida en la eliminación de plomo y NTU en aguas contaminadas. Se aplicó un enfoque experimental cuantitativo, utilizando muestras fijas del lago para examinar las patrimonios físico-químicas del H₂O. Se alcalinizó el H₂O con CaO y se añadieron *Opuntia* y poliacrilamida en diversas reuniones, seguidas de agitación y sedimentación. El diseño experimental esgrimió el Método de Superficie de Réplica y un diseño Box-Wilson, teniendo en cuenta 3 factores: concentración de *Opuntia*, concentración de poliacrilamida y tiempo de sedimentación. Los resultados indicaron una disminución del 98% en la concentración de plomo y una eliminación completa de la turbidez. En conclusión, *Opuntia ficus-indica* y poliacrilamida resultaron ser métodos eficaces para optimar la condición del H₂O en el Lago Comuni

2.2. Marco teórico

2.2.1. Clarificación de las aguas residuales

La clarificación de las H₂O remanentes es una operación unitaria esencial dentro del tratamiento de aguas, que reside en la eliminación de sólidos en suspensión, coloides y parte de la MO, por medio de procesos de sedimentación, coagulaciones y floculaciones. Este procedimiento mejora las peculiaridades físicas



del H₂O, como la NTU y el color, y favorece la reducción de contaminantes que interfieren en tratamientos posteriores. Según Metcalf y Eddy (2016), la clarificación constituye una etapa crítica para alcanzar la eficiencia global en las plantas de tratamiento, ya que actúa como un pretratamiento que optimiza la acción de procesos biológicos y de filtración.

Asimismo, Tchobanoglous et al. (2014) destacan que, en el caso de aguas remanentes industriales como las textiles, la clarificación adquiere mayor relevancia a causa de la elevada existencia de colorantes, fibras y compuestos orgánicos que afectan significativamente la calidad del efluente y representan un riesgo ambiental si son vertidos sin tratamiento adecuado.

2.2.2. Aguas residuales

Son aquellas H₂O que han sido esgrimidas y polucionadas por diligencias humanas, ya sean industriales, domésticas, agrícolas o comerciales. Estas aguas contienen una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas, sólidos suspendidos, nutrientes, microorganismos patógenos, productos químicos tóxicos y otros contaminantes que afectan su calidad. Las aguas residuales pueden variar considerablemente en composición y características según su origen, y si no son tratadas adecuadamente, pueden causar impactos perjudiciales en el ambiente, la salubridad pública y los recursos hídricos. Por ello, su tratamiento y manejo son esenciales para la preservación ambiental y el progreso sostenible (Ramalho, 2021).

2.2.3. Aguas residuales industriales

Son aquellas H₂O que se crean como derivación de las diligencias productivas y procesos tecnológicos en instalaciones industriales (Arrioja, 1995).

Estas aguas contienen contaminantes específicos provenientes de materias primas, productos intermedios, subproductos y desechos químicos, físicos o biológicos propios de cada industria, que pueden conmovir la calidad del agua y el medio ambiente si no son tratadas apropiadamente antes de las disposiciones finales (Lapeña, 2009).

2.2.4. Aguas residuales textiles

Son las aguas remanentes creadas durante los procesos industriales de la fabricación y procesados de textiles, que sujetan una mezcla compleja de poluciones como colorantes, sales, SS, compuestos orgánicos y químicos utilizados en teñido, lavado y acabado de telas. Estas aguas presentan características que dificultan su tratamiento debido a su alta carga contaminante y toxicidad ambiental (Metcalf & Eddy, 2003).

2.2.5. Características específicas de las aguas residuales textiles

Las aguas remanentes creadas por la manufactura textil se caracterizan por sujetar una elevada concentración de sólidos suspendidos, colorantes, compuestos orgánicos tóxicos y sales (Sinha, 2022). Estos contaminantes afectan la condición del H₂O y dificultan su procesamiento convencional debido a su naturaleza compleja y variabilidad en composición (Gómez et al., 2019). La presencia de colorantes es particularmente problemática por su resistencia a la degradación natural y su impacto visual y toxicológico en entidades de H₂O.

a. Presencia de sustancias tóxicas y no biodegradables

Incluyen metales pesados, solventes, detergentes y productos químicos usados en procesos como tinte, acabado y lavado, que pueden ser perjudiciales para el entorno y la salubridad humana (Lara, 2021).



b. Elevada carga de sólidos suspendidos

Contienen partículas sólidas en suspensión que aumentan la turbidez y dificultan la perspicacia de la luminaria en el H₂O, conmoviendo la fotosíntesis acuática (Lara, 2021).

c. Temperaturas elevadas

Las aguas residuales suelen estar calientes debido a los procesos industriales, lo que puede alterar el equilibrio térmico de cuerpos de agua receptores (Lara, 2021).

d. Turbidez

La NTU es una medida de la luminosidad del H₂O, que muestra la existencia de átomos suspendidos, como sedimentos, algas, materia orgánica o contaminantes, que dispersan o bloquean la luz. Cuanto mayor es la turbidez, más turbia y menos clara es el agua. Se suele expresar en unidades de Nephelometric Turbidity Units (NTU), que cuantifican la dispersión de la luminaria por medio del muestreo de H₂O. La turbidez puede afectar la condición del H₂O y su cabida para aguantar existencia acuática, además de interferir con los procesamientos del H₂O (Marcó et al., 2004).

e. Sólidos totales en suspensión

Los STS son los átomos sólidos existentes en el H₂O que no se disuelven, y que permanecen suspendidas en ella debido a su tamaño y peso. Estos átomos pueden ser de principio inorgánico u orgánico e incluyen sedimentos, arcillas, partículas de materia orgánica, algas, metales y demás poluciones. Los STS pueden afectar la condición del H₂O, obstruir los filtros en los procesamientos y alterar el equilibrio

ecológico de los cuerpos de H₂O. Se miden generalmente en mg/L y su presencia en grandes cantidades puede indicar contaminación o deterioro de la condición del H₂O (Chaquea, 2017).

2.2.6. Procesos físicos-químicos para la clarificación de aguas residuales

Dentro de las alternativas de procesamiento para efluentes textiles, las técnicas fisicoquímicas como la floculación- coagulación son empleadas frecuentemente para lograr la clarificación del agua. Estos mecanismos posibilitan la remoción de átomos coloidales y sólidos en suspensión a través de su aglomeración en flóculos que pueden sedimentar con facilidad.

Coats et al. (2023) explican que la coagulación neutraliza las cargas de superficie de los átomos, proporcionando su unión y posterior sedimentación durante la floculación

a. Coagulación

Se incorporan agentes coagulantes (tales como sulfato de Al, policloruro de aluminio o cloruro férrico) que neutralizan la estabilidad de los átomos suspendidas, induciendo su agregación (Calcina, 2018).

b. Floculación

Luego de las coagulaciones, se añade un floculante (como poliacrilamida) para constituir flóculos más grandiosos y fácilmente sedimentables a partir de las partículas agrupadas (Calcina, 2018).

c. Sedimentación

Los flóculos generados son sometidos a un proceso de sedimentación por acción gravitatoria en un depósito, permitiendo la separación de los sólidos del efluente clarificado (Calcina, 2018).

d. Filtración

El efluente clarificado es sometido a un proceso de filtración mediante lechos de arena, carbón activado u otros medios filtrantes, con el propósito de retener partículas remanentes y optimizar las características cualitativas del agua (Calcina, 2018).

e. Adsorción

Empleo de adsorbentes como el carbón activado para retener compuestos disueltos que no pueden removerse eficientemente mediante procesos de coagulación o sedimentación (Calcina, 2018).

2.2.7. Poliacrilamida (PAM) como floculante en el tratamiento de aguas residuales

La PAM es un polímero de origen sintético empleado comúnmente como agente floculante en el procesamiento de aguas remanentes. Su propósito fundamental es promover la agregación de átomos en suspensión y materiales coloidales existentes en el agua, generando flóculos de mayor tamaño que pueden ser removidos eficientemente por procesos de sedimentaciones o filtraciones. La PAM puede ser aniónica, catiónica o no iónica, lo que permite su adaptación a desemejantes tipologías de aguas remanentes y condiciones de procesamiento. Su uso mejora significativamente la eficiencia en la clarificación del agua, reduciendo turbidez, materia orgánica y sólidos suspendidos, contribuyendo así a un mejor desempeño del proceso de depuración (Íñiguez & Hernández, 2010).

2.2.8. Floculación con Poliacrilamida (PAM)

La PAM no sufre reacciones químicas, pero sus largas cadenas poliméricas se enlazan físicamente con los flóculos, formando agregados grandes (Fidalgo et al., 2022):



Partículas pequeñas + PAM → Flóculos grandes y sedimentables

- El coagulante neutraliza cargas y forma hidróxidos insolubles que atrapan partículas.
- La PAM une estas partículas en flóculos más grandes.
- Luego, la sedimentación elimina los flóculos, clarificando el agua.

2.2.9. Parámetros que afectan la eficiencia del tratamiento con poliacrilamida

La efectividad del tratamiento con PAM pende de distintos factores, incluyendo la reunión del polímero, el pH del agua, el tiempo de contacto y las características específicas del agua residual (Metcalf & Eddy, 2003). Una dosificación adecuada es crucial para maximizar la alineación de flóculos sin generar excesos que entorpezcan el sedimento o aumenten la producción de lodos Coats et al. (2023).

A. Concentración de Poliacrilamida

- **Descripción:** La cantidad de poliacrilamida que se usa en el tratamiento influye en su capacidad para formar flóculos.
- **Efecto:** Una concentración demasiado baja puede no ser suficiente para aglutinar las partículas suspendidas, mientras que una concentración muy alta podría causar una formación excesiva de flóculos, dificultando la separación o filtración.
- **Optimización:** Es fundamental ajustar la concentración de poliacrilamida de acuerdo con las características del agua o el líquido a tratar.



B. Tiempo de Contacto

- **Descripción:** El tiempo durante el cual la poliacrilamida interactúa con el agua o la suspensión de partículas es crucial para la formación de flóculos.
- **Efecto:** Si el tiempo de contacto es muy corto, la poliacrilamida puede no tener suficiente tiempo para actuar sobre las partículas. Si es demasiado largo, los flóculos pueden desintegrarse o formar aglomeraciones excesivas.
- **Optimización:** Ajustar el tiempo de contacto en función del tipo de suspensión y la velocidad de agitación.

C. Turbidez del Agua o Suspensión

- **Descripción:** La cantidad y tipo de partículas suspendidas en el H₂O afecta la cuantía de poliacrilamida citada.
- **Efecto:** Si el H₂O es muy turbia o contiene partículas de tamaño muy pequeño, se puede necesitar más poliacrilamida para aglutinar las partículas eficientemente.
- **Optimización:** Determinar la cantidad de poliacrilamida basada en la turbidez y las características de las partículas.

D. Velocidad de Agitación

- **Descripción:** La velocidad de agitación durante el tratamiento influye en la alineación de flóculos.
- **Efecto:** Si la conmovión es excesivo alta, los flóculos pueden romperse o no formarse correctamente. Si la agitación es demasiado baja, la poliacrilamida no podrá interactuar adecuadamente con las partículas.



- **Optimización:** Ajustar la velocidad de agitación para que sea la suficiente para formar flóculos, pero no para desintegrarlos.

E. Concentración de Sólidos Suspendidos

- **Descripción:** La cantidad de SS en el medio a tratar influye en la dosis y efectividad de la poliacrilamida.
- **Efecto:** Una mayor concentración de SS requerirá más poliacrilamida para flocular correctamente.
- **Optimización:** Controlar la cantidad de sólidos suspendidos y ajustar la dosis de poliacrilamida según la concentración de sólidos.

2.2.10. Importancia de la clarificación en la gestión ambiental

La clarificación de aguas remanentes textiles mediante PAM no solo optimiza la condición del H₂O para su descarga segura en cuerpos receptores, sino que también posibilita su reutilización en procesos industriales o agrícolas (García et al., 2017).

a. Protección de los recursos hídricos

- **Descripción:** La clarificación ayuda a eliminar contaminantes del agua, como sedimentos, materia orgánica, metales pesados, y nutrientes
- **Importancia:** Al remover estos contaminantes, se previene la degradación de las entidades de H₂O (afluentes, lagos, acuíferos), la que contribuye a la conservación de estos recursos esenciales para la existencia humana, vegetal y animal.

b. Mejora de la calidad del agua potable

- **Descripción:** La clarificación es una de las fases iniciales en el procesamiento del agua dulce, donde se remueven impurezas y

partículas que pueden afectar tanto la salud humana como el sabor y la apariencia del agua (García et al., 2017)..

- **Importancia:** Asegurar la disponibilidad de agua dulce de condición constituye tanto un derecho humano fundamental como una meta prioritaria en la gestión ambiental. El proceso de clarificación desempeña un papel crucial en el mejoramiento de las propiedades del H₂O, garantizando su idoneidad para la ingesta humana (García et al., 2017).

c. Mejora de la Eficiencia de los Procesos Industriales

- **Descripción:** En la industria, la clarificación no solo socorre a disminuir la contaminación, sino que asimismo optima la eficacia operativa de los procesos industriales que requieren agua.
- **Importancia:** Al remover partículas y contaminantes en el agua, se evita la obstrucción de las maquinarias y sistemas industriales que dependen de agua limpia y libre de contaminantes.

2.2.11. Prueba de jarras (*Jar test*) en el tratamiento de aguas residuales

La prueba de jarras, también conocida como test de envases, es un método experimental a escala recinto utilizado para evaluar y optimizar procesos de coagulación y floculación en el procesamiento de H₂O y aguas remanentes (Metcalf & Eddy, 2003). Este método permite simular y analizar el comportamiento de diferentes dosis de coagulantes y floculantes, como la poliacrilamida, bajo condiciones controladas de mezcla y sedimentación (Díaz et al., 2017).

A. Funcionamiento y componentes del equipo

El equipo consta de varias pequeñas jarras o vasos de reacción (usualmente de 1 a 2 litros), cada una equipada con un agitador



mecánico que puede regular la velocidad de agitación en distintas etapas del proceso. El procedimiento básico comprende las siguientes etapas:

- **Agitación rápida:** Se mezcla el agua residual con el coagulante/floculante (en este caso, poliacrilamida) a alta velocidad para dispersar uniformemente el reactivo y facilitar la neutralización de cargas y formación inicial de microfloculos.
- **Agitación lenta:** Se reduce la velocidad para favorecer la unión de partículas en floculos más grandes, mediante el efecto puente de la poliacrilamida.
- **Sedimentación:** Se detiene la agitación y se deja reposar la muestra para que los floculos formados sedimenten y se pueda evaluar la clarificación del agua.

B. Importancia en el tratamiento con poliacrilamida

La prueba de jarras es fundamental para establecer la reunión óptima de poliacrilamida que maximiza la eficiencia de la clarificación, minimizando la cantidad de reactivo necesario y evitando sobredosificaciones que podrían generar efectos adversos, como floculos demasiado grandes o incompletos (García et al., 2017).

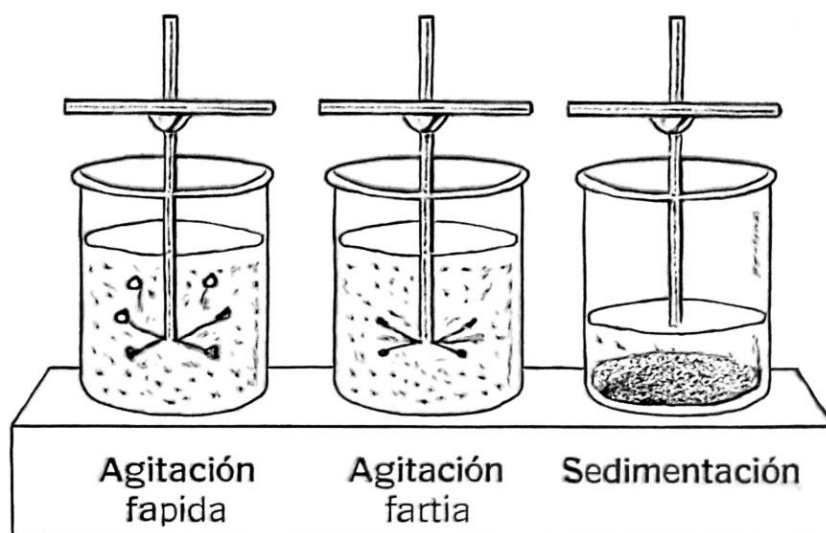
C. Ventajas de la prueba de jarras

- **Económica y rápida:** Permite hacer ensayos con poco volumen de agua y reactivos, con resultados rápidos y reproducibles.
- **Control y precisión:** Facilita la simulación de diferentes condiciones operativas para optimizar el proceso.

- **Escalabilidad:** Los resultados obtenidos a escala laboratorio pueden extrapolarse para diseñar procesos piloto o industriales con mayor confianza.

Figura 1

Secuencia del proceso de agitación y sedimentación en la prueba de jarras



Nota: Adaptado de (Metcalf & Eddy, 2003).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Aguas residuales textiles

Líquidos contaminados generados en procesos industriales textiles, que contienen colorantes, sólidos suspendidos y otros contaminantes (Metcalf & Eddy, 2003).

2.3.2. Clarificación

Proceso físico-químico que elimina partículas sólidas en suspensión para mejorar la calidad del agua (Metcalf & Eddy, 2003).

2.3.3. Poliacrilamida (PAM)

Polímero utilizado como floculante para aglutinar partículas finas y facilitar su sedimentación.



2.3.4. Floculación

Proceso de aglomeración de partículas en suspensión en un líquido para formar floculos que sedimentan fácilmente (Hernandez, 2020).

2.3.5. Coagulación

Etapa previa a la floculación donde se neutralizan cargas eléctricas para permitir la aglomeración (Hernandez, 2020)..

2.3.6. Turbidez

Medida de la opacidad del H₂O causada por partículas en suspensión (Metcalf & Eddy, 2003)..

2.3.7. Sólidos Totales en Suspensión (STS)

Partículas sólidas no disueltas presentes en el agua (Metcalf & Eddy, 2003)..

2.3.8. pH

Parámetro que determina el grado de acidez o basicidad del H₂O, factor crítico para la eficiencia de los procesos de tratamiento (Metcalf & Eddy, 2003)..

2.3.9. Sedimentación

Procesos por el cual los átomos sólidas se depositan en el fondo de un recipiente (Hernandez, 2020).

2.3.10. Eficiencia del tratamiento

Grado de optimar en la condición del H₂O después del proceso de clarificación (Hernandez, 2020)..

2.3.11. Industria textil

Sector industrial que produce tejidos y prendas, generando aguas residuales contaminadas (Hernandez, 2020).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El actual estudio corresponde a una investigación experimental, dado que se analizó la eficiencia de la Poliacrilamida en el proceso de clarificación de efluentes textiles. Este método conlleva el manejo de una variable independiente (dosis de Poliacrilamida) para cuantificar su impacto en una variable dependiente (parámetros de calidad del agua), evaluada mediante indicadores de SST, turbiedad y pH.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de estudio es **explicativo**, dado que se busca determinar cómo y por qué la concentración de Poliacrilamida influye en la óptima de la condición del H₂O. Por medio de este enfoque, se explicarán los efectos del procesamiento sobre las poluciones existentes en las aguas remanentes textiles, brindando una perspicacia más honda de su impacto en la clarificación del agua.

3.3. Enfoque de la investigación

El estudio adopta un enfoque cuantitativo, fundamentado en la medición precisa de los indicadores de condición del agua previa y posterior a la aplicación del procesamiento con Poliacrilamida. La información obtenida, de naturaleza numérica, facilitará la valoración objetiva de la eficacia del proceso. Esta



metodología se dirige hacia la recolección de datos cuantificables que serán sometidos a análisis estadístico para verificar los hallazgos.

3.4. Técnicas e instrumentos

3.4.1. Técnicas

Técnicas de muestreo: Se empleo un muestreo de aguas remanentes textiles en Juliaca, utilizando un enfoque aleatorio o sistemático para obtener muestras representativas de las condiciones del H₂O en desemejantes puntos del método de procesamiento. Este muestreo permitió evaluar de manera efectiva la concentración de contaminantes antes de aplicar el tratamiento.

3.4.2. Instrumentos

- **Formulario de registro de mediciones:** Cadena custodia en la que se registran los detalles de cada medición, tales como la hora, el lugar, la fecha y el tiempo transcurrido durante la medición.
- **Turbidímetro:** Este equipo permite calcular la NTU del H₂O, un parámetro clave para evaluar la claridad del H₂O antes y posteriormente del procesamiento.
- **Multiparámetro:** Se utiliza para valorar el cambio en el pH del H₂O a lo largo del procesamiento, ya que este parámetro también puede influir en la eficacia de la Poliacrilamida.

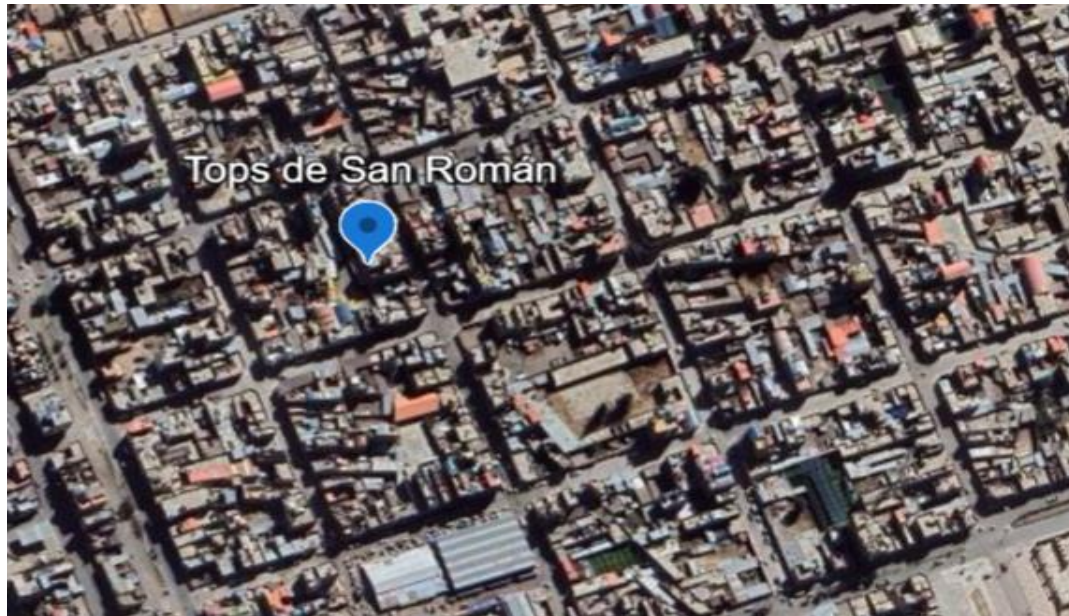
3.4.3. Ubicación de la zona de investigación

El análisis se llevará a cabo en una textilería en donde realizan ablución de lana de la compañía Tops de San Román ubicada en el distrito de Juliaca. La ubicación exacta de la empresa está registrada mediante las coordenadas geográficas **N: 8288284.9** y **E: 372709.6**, en Puno, Perú. Esta zona es acreditada por su diligencia textil, especialmente en el lavado y tratamiento de lana, lo cual

genera una cuantía significativa de aguas remanentes que serán objeto de este estudio.

Figura 2

Ubicación de la zona de monitoreo



Nota: Google earth

3.4.4. Población y muestra

3.4.4.1. Población

La urbe objeto de estudio son las aguas remanentes creadas por el proceso de lavado de lana en la textilería ubicada en Juliaca. Estas aguas residuales contienen diversos contaminantes, como STS, turbidez y variaciones en el pH, los cuales son relevantes para la evaluación del tratamiento con Poliacrilamida.

3.4.4.2. Muestra

La muestra está acomodada por muestras de aguas residuales tomadas de diferentes puntos de los procesos de lavado de lana dentro de la industria textilera. Se empleará un muestreo aleatorio para garantizar la representatividad de las condiciones del agua en diversos momentos y áreas del proceso de tratamiento.



Las muestras serán recolectadas siguiendo procedimientos estandarizados para aseverar la condición y fiabilidades de los análisis posteriores.

3.4.5. Materiales y equipos

3.4.5.1. Materiales

- Vasos precipitados de 1000mL, 500 mL, 250 mL clase A
- Viales de cuarzo
- Placas Petri
- Matraz quitazato de 1000mL
- Micropipeta de 5000 μ L
- Espátula

3.4.5.2. Equipos

- Tes de jarras marca BIRD
- Turbidímetro HACH 2100
- Estufa marca MEMERTH
- Balanza analítica de precisión 0.0001g marca ADAM
- Multiparámetro HACH 2200 Hqd
- Bomba de vacío marca ROCKER
- Agitador magnético marca ADAM

3.4.5.3. Reactivos

- Poliacrilamida
- Agua destilada
- Acetona 30% (limpieza de viales)



3.4.6. Procedimiento metodológico

Objetivo específico 1: Evaluar la concentración inicial de contaminantes como sólidos totales en suspensión, turbidez y pH en las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.

Para alcanzar el primer objetivo de esta investigación, que consiste en evaluar la concentración inicial de contaminantes como STS, turbidez y pH en las aguas remanentes textiles en el distrito de Juliaca, se ejecutó un proceso de compilación de muestreos, estudios de laboratorio y evaluación de resultados siguiendo los pasos detallados a continuación.

A. Diseño del Estudio

Se ejecuto un estudio transversal y descriptivo con el fin de obtener una visión precisa de la reunión de las poluciones en las aguas remanentes textiles generadas en la zona del distrito de Juliaca. Este enfoque permitirá evaluar las características del agua de manera puntual, durante una única etapa del proceso de procesamiento de aguas remanentes en la región.

B. Selección de Puntos de Muestreo

La selección del punto de muestreo fue realizada tomando en cuenta la primordial fuente de aguas remanentes textiles de la compañía Tops de San Román en el distrito de Juliaca. Se considero la toma de muestras en 2 horarios representativos que fue de la descarga de aguas remanentes en la red de alcantarilla.

C. Muestreo de Aguas Residuales

Se recolectaron muestras de aguas residuales textiles en horarios representativos y seleccionados según la actividad textil. Las muestras

fueron tomadas en envases esterilizados durante las horas de mayor producción, transportadas a 4 °C para preservar sus características originales, y el tiempo entre la toma y el análisis no excederá las 24 horas, conforme a los estándares de condición para el manejo de muestras de aguas residuales (APHA, 2005). Se documentará en la cadena de custodia la hora, fecha, ubicación y condiciones ambientales en cada muestreo para un control riguroso.



D. Análisis de los Parámetros

Los parámetros seleccionados para la caracterización inicial de las H₂O remanentes textiles son: STS, turbidez y pH, dado que reflejan directamente la contaminación física y química del agua.

Tabla 2

Métodos normalizados para el análisis a aguas potables y residuales

PARAMETROS FÍSICOS		
PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
Temperatura	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo
Solidos totales en suspensión	mg/L	SM 2540 D solidos totales en suspensión secados a 103 -105 °C
Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico
Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	SM 4500 – H

Nota: (APHA, 2005) estándar method

Figura 3*Análisis de turbidez***E. Análisis de Datos**

Los datos conseguidos fueron organizados y procesados estadísticamente, calculando promedios y extraviós estándar para cada parámetro en los distintos puntos. Se realizó un análisis comparativo para identificar diferencias significativas en la calidad del H₂O remanentes. Los hallazgos se presentaron en gráficos y tablas que sirvieron como base para evaluar la concentración óptima de Poliacrilamida y la eficacia del tratamiento.

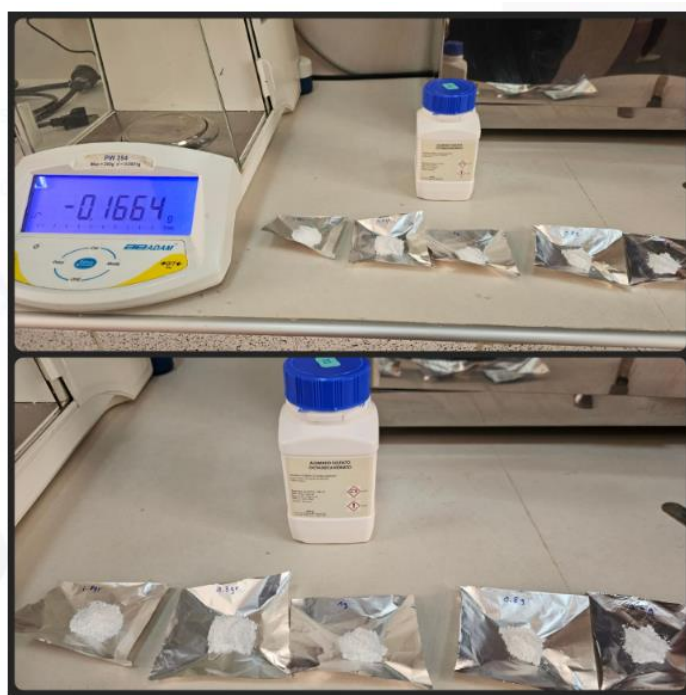
Objetivo específico 2: Determinar la concentración óptima de Poliacrilamida para la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.

a. Preparación de soluciones de Poliacrilamida

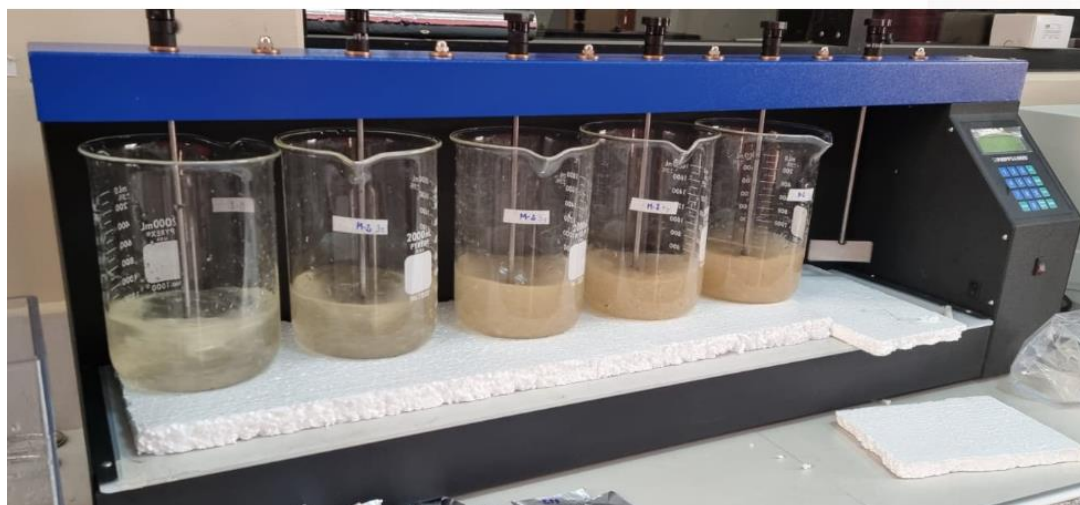
Se prepararon soluciones de Poliacrilamida en concentraciones de 5, 10, 15, 20 y 25 mg/L, diluyendo el polímero en H₂O destilada como las indicaciones del constructor para asegurar su correcta disolución y homogeneidad.

Tabla 3*Dosis de Poliacrilamida*

N°	Dosis de Poliacrilamida mg/L	Volumen de dilución mL	Volumen de agua a tratar mL
1	5.0	100	1000
2	10.0	100	1000
3	15.0	100	1000
4	20.0	100	1000
5	25.0	100	1000

Figura 4*Pesos de Poliacrilamida***b. Protocolo experimental – prueba de jarras**

El procesamiento se ejecutó mediante la técnica de prueba de jarras, esgrimiendo recipientes de un litro con muestras de agua remanente textil. A cada L de muestra se le adicionó una de las concentraciones preparadas de Poliacrilamida.

Figura 5*Tratamiento de agua en prueba de jarras*

Posteriormente, se aplicó una agitación vertiginosa a 150 RPM a lo largo de 2 minutos para favorecer la dispersión y mezcla del coagulante en el agua. Luego, se realizó una conmovión lenta a 80 RPM a lo largo de 15 min para originar la pesquisa y crecimiento de flóculos. Finalmente, se dejó sedimentar la mezcla durante 40 minutos para permitir la clarificación mediante la decantación de sólidos suspendidos.

Tabla 4*Condiciones de tratamiento*

	Agitación (RPM)	Tiempo (min)	Tiempo de
Rápida	150	2	sedimentación
Lenta	80	15	40 min

Figura 6*Muestras sedimentadas***c. Evaluación de la clarificación**

Tras el periodo de sedimentación, se tomó una alícuota del agua clarificada para medir parámetros como turbidez, sólidos totales en suspensión y pH, con el fin de valorar la eficacia de cada concentración de Poliacrilamida.

Figura 7*Determinación de la clarificación*



d. Determinación de la concentración óptima

La concentración óptima se definió como aquella que logró la mayor reducción de turbidez y sólidos suspendidos, manteniendo condiciones adecuadas de pH para el tratamiento. Cada prueba se realizó por triplicado para avalar la confiabilidad de los hallazgos.

Objetivo específico 3: Evaluar la eficiencia del tratamiento con Poliacrilamida en la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.

La evaluación de la eficacia del procesamiento con Poliacrilamida en la clarificación de aguas remanentes textiles se realizó comparando los indicadores de condición del H₂O precedentemente y posteriormente del procesamiento.

a. Parámetros evaluados

Se midieron los siguientes indicadores para determinar la mejora en la condición del H₂O:

- **Sólidos Totales en Suspensión (STS):** Indicador de la cuantía de partículas sólidas existentes en el H₂O.
- **Turbidez:** Parámetro que cuantifica la transparencia del H₂O, directamente asociado a la reunión de partículas en suspensión.
- **pH:** Para verificar que el tratamiento no altere significativamente la acidez o alcalinidades del H₂O.

b. Procedimiento de la evaluación

Las muestras de H₂O remanente se analizaron inicialmente para determinar los valores base de STS, turbidez y pH. Posteriormente, se aplicó el tratamiento con Poliacrilamida (concentración óptima definida



previamente) y se volvieron a medir estos parámetros en las muestras tratadas.

c. Cálculo de la eficiencia

La eficiencia del procesamiento se calculó mediante la fórmula:

$$\text{Eficiencia}(\%) = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Donde:

- C_i representa la reunión inicial del parámetro (antes del procesamiento)
- C_f representa la reunión final de la medida (después del procesamiento).

Esta fórmula permite determinar el % de reducción de poluciones, principalmente SS y turbidez, como indicadores directos de la clarificación del agua.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

Objetivo específico 1: Evaluar la concentración inicial de contaminantes como sólidos totales en suspensión, turbidez y pH en las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.

Se arrebataron muestreos de las aguas remanentes textiles en 2 horarios, a las 11:00 am y a las 4:00 pm, durante las operaciones de ablución de lana de cordero en la planta. En ambos horarios, la planta utilizó jabón y detergente en los procesamientos de lavado, lo que influyó en la composición de las aguas remanentes. Los resultados obtenidos para los parámetros analizados son los siguientes:

Tabla 5

Resultados iniciales

N°	Parámetro	Unidad	Horario de muestreo	
			11:00 a.m.	4:00 p.m.
1	Temperatura	°C	23.0	27.5
2	Potencial de hidrogeno	Unid de pH	8.21	8.35
3	Turbidez	NTU	895	1010
4	Solidos suspendidos totales	mg/L	1200	1540



Según los resultados obtenidos se menciona que:

- La temperatura del agua residual mostró un aumento significativo entre las 11:00 am y las 4:00 pm, pasando de 23.0 °C a 27.5 °C. Este incremento de 4.5 °C puede ser atribuido a la usanza de H₂O caliente en los métodos de lavado de lana, lo que es común en la producción textil. El uso de agua caliente facilita la eliminación de impurezas y mejora la efectividad de los detergentes en el proceso de lavado de la lana.
- El pH aumentó ligeramente de 8.21 en la mañana a 8.35 en la tarde. Este valor sigue siendo ligeramente alcalino, lo que es común en los procesos de lavado con detergentes y jabones, pero el cambio es pequeño y no parece indicar una variación significativa en la alcalinidad o acidez del H₂O a lo largo del día.
- La turbidez aumentó de 895 NTU a 1010 NTU entre la mañana y la tarde. Este aumento en la turbidez indica que en la tarde hubo más partículas suspendidas en el agua residual, lo cual podría deberse a un mayor volumen de lavado o mayor cantidad de detergente utilizado, lo que genera más residuos visibles en el agua.
- Los STS aumentaron de 1200 mg/L a 1540 mg/L. Este incremento también refleja una mayor carga de poluciones en las aguas remanentes en la tarde, lo cual podría ser el resultado del mayor uso de detergentes y la mayor cantidad de lana lavada.

Objetivo específico 2: Determinar la concentración óptima de Poliacrilamida para la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.

En el actual estudio, se decidió realizar tres réplicas por cada dosis de Poliácridamida para avalar las precisiones y reproducibilidades de los hallazgos conseguidos a lo largo del procesamiento de las aguas remanentes textiles. La realización de múltiples réplicas permite obtener un promedio de los resultados y, por lo tanto, mejorar la fiabilidad de las conclusiones.

Posteriormente, se muestra los hallazgos conseguidos de los tratamientos y replicas realizadas.

Tabla 6*Resultados del primer tratamiento*

Parámetro	Unidad	Dosis de Poliácridamida (mg/L)				
		5	10	15	20	25
Temperatura	°C	15.0	15.2	15.1	15.2	15.4
Potencial de hidrogeno	Unid de pH	4.2	4.1	4.0	3.8	3.9
Turbidez	NTU	225.7	123.4	18.5	2.3	4.1
Solidos suspendidos totales	mg/L	121	52.1	11.3	5.8	6.7

Tabla 7*Resultados del primer replica*

Parámetro	Unidad	Dosis de Poliácridamida (mg/L)				
		5	10	15	20	25
Temperatura	°C	15.6	15.5	15.5	15.7	15.6
Potencial de hidrogeno	Unid de pH	4.0	4.3	4.1	4.0	3.8
Turbidez	NTU	232.3	126.2	20.5	3.1	5.2
Solidos suspendidos totales	mg/L	132	61.3	15.3	7.2	7.7

Tabla 8*Resultados de la segunda replica*

Parámetro	Unidad	Dosis de Poliácridamida (mg/L)				
		5	10	15	20	25
Temperatura	°C	14.3	14.5	14.4	14.6	14.5

Potencial de hidrogeno	Unid de pH	4.0	4.3	3.9	3.7	3.9
Turbidez	NTU	222.2	119.7	17.8	2.5	4.7
Solidos suspendidos totales	mg/L	118.4	49.4	12.9	4.9	6.0

Tabla 9*Resultados de la tercera replica*

Parámetro	Unidad	Dosis de Poliacrilamida (mg/L)				
		5	10	15	20	25
Temperatura	°C	15.8	16.1	15.9	16.0	16.1
Potencial de hidrogeno	Unid de pH	4.4	4.2	3.8	3.9	4.1
Turbidez	NTU	218.5	115.8	16.5	3.1	5.5
Solidos suspendidos totales	mg/L	126.6	55.3	10.7	5.0	7.5

Tabla 10*Promedio de resultados*

Parámetro	Unidad	Dosis de Poliacrilamida (mg/L)				
		5	10	15	20	25
Temperatura	°C	15.2	15.3	15.2	15.4	15.4
Potencial de hidrogeno	Unid de pH	4.2	4.2	4.0	3.9	3.9
Turbidez	NTU	224.7	121.3	18.3	2.8	4.9
Solidos suspendidos totales	mg/L	124.5	54.5	12.6	5.7	7.0

Sustento sobre la concentración óptima de Poliacrilamida

Con base en los promedios resultantes de los procesamientos aplicados y el análisis de las variaciones en los indicadores de turbidez y SST, se determina que la cuantía óptima de Poliacrilamida para la clarificación de aguas remanentes textiles en el distrito de Juliaca es de 20 mg/L, fundamentada en las siguientes razones:



a. Eficiencia de la dosis de 20 mg/L

- **Turbidez:** La cuantía de 20 mg/L muestra una disminución significativa en la NTU, pasando de 1010 NTU a 2.8 NTU, lo que indica una excelente capacidad de clarificación.
- **Sólidos Suspendidos Totales (SST):** La dosis de 20 mg/L también muestra una reducción considerable de los SST, disminuyendo de 1540 mg/L a 5.7 mg/L, lo que indica una eliminación eficaz de los contaminantes suspendidos en el agua.

b. Aumento de turbidez y SST con 25 mg/L

- Aunque la cuantía de 25 mg/L tiene un buen impacto en la turbidez y los sólidos suspendidos en las primeras réplicas, se observa que, en la tercera réplica, la NTU y los SS aumentan a 5.5 NTU y 7.5 mg/L, respectivamente.
- Este aumento sugiere que con una dosis mayor de 25 mg/L, se alcanza un punto de efectividad decreciente y la clarificación no mejora como se esperaba, o incluso puede empeorar en términos de algunos indicadores de condición del H₂O.

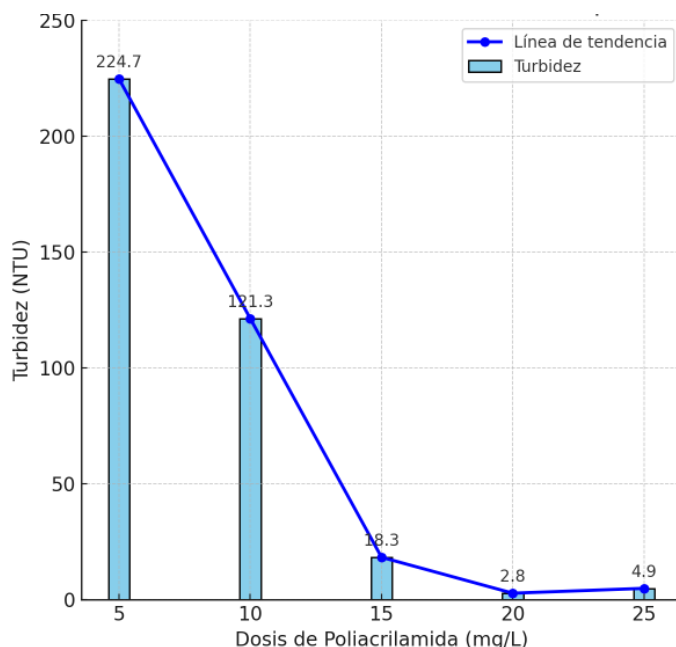
c. Justificación de la dosis óptima de 20 mg/L

- La cuantía de 20 mg/L ofrece el mejor balance entre eficiencia y coste, ya que proporciona una excelente reducción en turbidez y sólidos suspendidos, sin los efectos negativos observados a dosis más altas.
- Además, la cuantía de 20 mg/L representa la cantidad más eficaz y costo-efectiva para procesamiento de las aguas remanentes textiles, pues los incrementos en la dosis a 25 mg/L no generaron mejoras

adicionales significativas y, de hecho, la calidad del agua comenzó a empeorar.

Figura 8

Reducción de la turbidez a diferentes dosis de Poliacrilamida



a. Tendencia de la turbidez con el aumento de dosis

- Se puede ver una reducción drástica en la turbidez a medida que acrecienta la cuantía de poliacrilamida. En la cuantía de 5 mg/L, la turbidez es bastante alta, con un valor promedio de 224.7 NTU. Sin embargo, conforme la dosis aumenta, la turbidez disminuye significativamente:

b. Estabilización a dosis altas

- Aunque la turbidez sigue disminuyendo con el aumento de la dosis, a 25 mg/L se observa que la reducción de turbidez se estabiliza a 4.9 NTU. Este cambio indica que más dosis de poliacrilamida no resultan en mejoras significativas adicionales en la turbidez, lo que sugiere

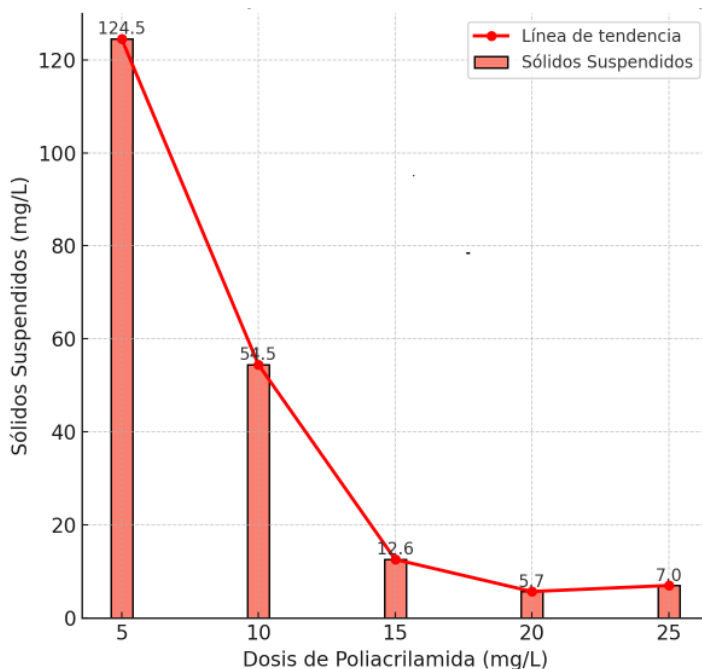
que la dosis de 20 mg/L ya es suficiente para alcanzar una clarificación adecuada del agua.

c. Línea de tendencia

- La línea de tendencia (representada por los puntos de color azul conectados) enseña una correspondencia inversamente proporcional entre la cuantía de poliacrilamida y la NTU, lo que significa que, a mayor dosis de poliacrilamida, menor es la turbidez del agua residual. Esta línea confirma que el tratamiento con poliacrilamida mejora progresivamente la condición del H₂O al reducir las partículas en suspensión (que causan la turbidez).

Figura 9

Reducción de los sólidos totales en suspensión a diferentes dosis de Poliacrilamida



a. Tendencia de los sólidos suspendidos con el aumento de dosis

- En el gráfico, se puede ver que los SST disminuyen notablemente conforme aumenta la dosis de poliacrilamida.



- A 5 mg/L, los SS son bastante altos, con un valor de 124.5 mg/L. A medida que se incrementa la dosis, los sólidos suspendidos disminuyen significativamente. A 10 mg/L, los sólidos suspendidos se reducen a 54.5 mg/L, A 15 mg/L, los SS siguen disminuyendo a 12.6 mg/L, A 20 mg/L, los SS consiguen un valor bajo de 5.7 mg/L.

b. Estabilización de la remoción a dosis más altas

- Al igual que con la turbidez, los sólidos suspendidos no experimentan una reducción tan significativa a 25 mg/L. El valor de 7.0 mg/L en esta dosis es ligeramente superior al de 20 mg/L, lo que sugiere que más dosis de poliacrilamida no proporcionan mejoras significativas adicionales.
- Esto indica que, aunque la dosis de 25 mg/L sigue siendo efectiva, ya no genera la misma mejora adicional que la dosis de 20 mg/L.

c. Línea de tendencia

- La línea de tendencia (en color rojo) refuerza la relación inversamente proporcional entre la cuantía de poliacrilamida y los SST. A medida que aumenta la dosis de poliacrilamida, los sólidos en suspensión disminuyen, lo que ratifica que el procesamiento es eficaz en la separación de poluciones suspendidos en el agua remanente.

Objetivo específico 3: Evaluar la eficiencia del tratamiento con Poliacrilamida en la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.

Para lograr este objetivo se cuantificará la disminución de turbidez SST en relación con diferentes concentraciones de poliacrilamida (5, 10, 15, 20 y 25 mg/L). La eficacia del proceso se evaluará mediante la comparación de los parámetros

pre-tratamiento y post-tratamiento, aplicando métodos estadísticos para verificar la significancia de los hallazgos. Se anticipa que la aplicación de poliacrilamida generará una mejora sustancial en la condición del agua, manifestada en la reducción de turbidez y contenido de sólidos suspendidos.

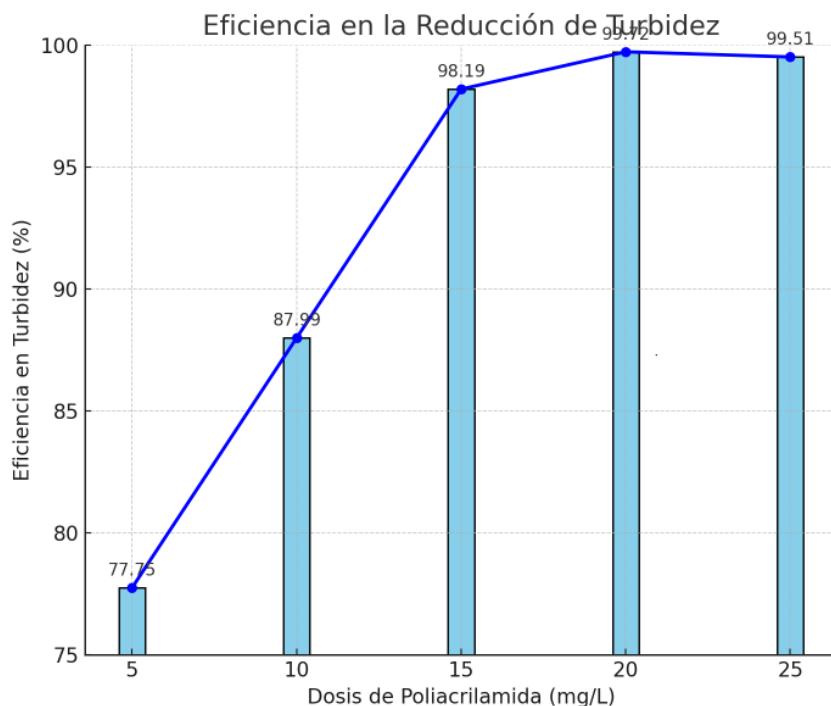
A. Eficiencia de la dosis de Poliacrilamida

Tabla 11

Eficiencia de tratamiento

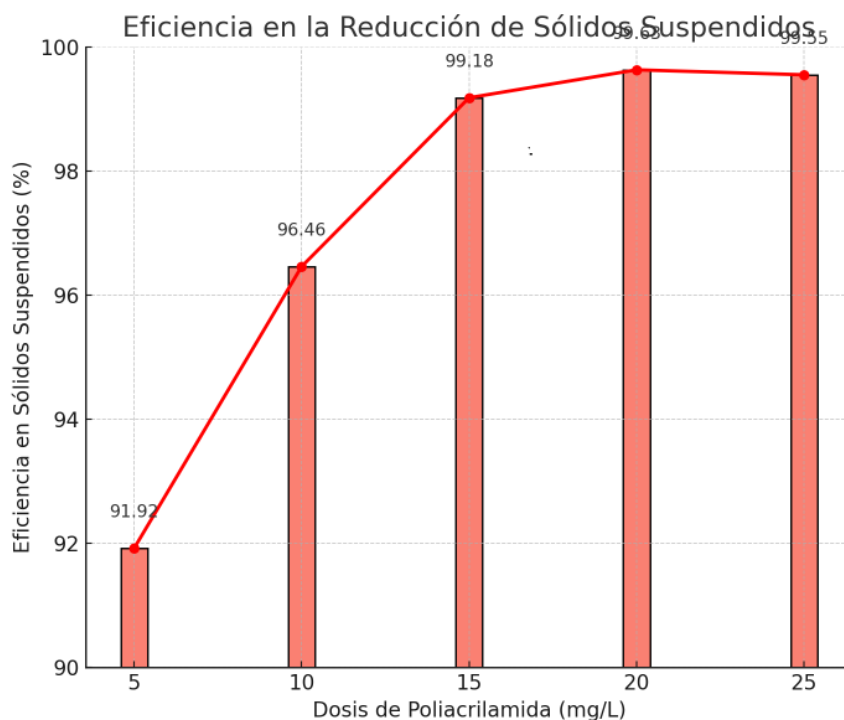
Dosis de Poliacrilamida (mg/L)	Eficiencia de la turbidez (%)	Eficiencia de los sólidos totales en suspensión
5	77.75	91.92
10	88.0	96.46
15	98.19	99.18
20	99.72	99.63
25	99.51	99.55

- En la tabla se puede ver que a medida que acrecienta la cuantía de poliacrilamida, tanto la NTU como los sólidos suspendidos disminuyen significativamente, y la eficiencia mejora.
- La cuantía de 20 mg/L enseña una eficacia máxima en la disminución de turbidez y SS (más del 99% de eficiencia), lo que hace de esta dosis la óptima.
- A 25 mg/L, la eficiencia sigue siendo alta, pero no hay una mejora significativa en comparación con 20 mg/L, lo que sugiere que no es necesario aumentar la dosis más allá de 20 mg/L para obtener resultados óptimos.

Figura 10*Eficiencia de la reducción de turbidez*

En la figura se enseña cómo la eficacia de la reducción de turbidez cambia con el aumento de la dosis de poliacrilamida. Aquí tienes la interpretación de cada barra

- A medida que aumentas la dosis de poliacrilamida, la formación de flóculos es más eficiente, y las partículas en el agua se aglutinan y caen al fondo, lo que reduce la turbidez
- En la figura, se observa que a 20 mg/L de poliacrilamida, la turbidez se reduce a su mínimo valor de 2.8 NTU, lo que indica una alta eficiencia de la poliacrilamida para excluir los átomos en suspensión en el H₂O.

Figura 11*Eficiencia de la reducción de sólidos totales en suspensión*

- Los sólidos suspendidos totales son átomos pequeños, como fibras de lana y residuos químicos del proceso textil, que están suspendidas en el agua. La poliacrilamida ayuda a aglutinar estos sólidos en flóculos más grandes.
- A medida que aumentamos la dosis de poliacrilamida, la separación de sólidos en suspensión mejora. En el caso de la cuantía de 20 mg/L, los sólidos en suspensión se reducen a 5.7 mg/L, lo que indica una remoción eficaz de los sólidos finos suspendidos.

La poliacrilamida es eficaz en remover los átomos en suspensión en el H₂O residual mediante la formación de flóculos, lo que reduce significativamente la turbidez y los SST. A partir de 20 mg/L, se alcanza la máxima eficiencia de clarificación, lo que la convierte en la dosis óptima para tratar las aguas residuales textiles.



4.1.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis nula (H_0): El procesamiento de las aguas remanentes textiles con Poliacrilamida no mejora significativamente la calidad del H₂O, en cláusulas de la reducción de STS, turbidez y pH.

Hipótesis alternativa (H_1): El procesamiento de las aguas remanentes textiles con Poliacrilamida mejora significativamente la condición del H₂O, en cláusulas de la reducción de STS, turbidez y pH.

1. Sólidos Totales en Suspensión (STS)

- **H_0 :** La adición de Poliacrilamida no reduce significativamente los sólidos totales en suspensión en las aguas remanentes textiles.
- **H_1 :** La adición de Poliacrilamida reduce significativamente los sólidos totales en suspensión en las aguas remanentes textiles.

2. Turbidez

- **H_0 :** El tratamiento con Poliacrilamida no tiene un impacto significativo en la turbidez de las aguas remanentes textiles.
- **H_1 :** El tratamiento con Poliacrilamida reduce significativamente la turbidez de las aguas remanentes textiles.

3. pH

- **H_0 :** El tratamiento con Poliacrilamida no afecta significativamente el pH de las aguas remanentes textiles
- **H_1 :** El procesamiento con Poliacrilamida afecta significativamente el pH de las aguas remanentes textiles.

4.2. Método para la Prueba de Hipótesis

- **Análisis estadístico:** Utilizando los datos conseguidos en las tres réplicas de cada tratamiento con Poliacrilamida, se aplicará una

prueba t de Student para muestreos concernientes (si los datos siguen una colocación normal) para comparar los hallazgos conseguidos antes y posteriormente del procesamiento en cada uno de los indicadores (STS, NTU y pH).

- **Cálculo de la diferencia entre las mediciones (D):**

Para cada muestra, restamos el valor después del tratamiento del valor antes del tratamiento (por ejemplo, para turbidez, STS y pH):

$$D = X_{\text{antes}} - X_{\text{después}}$$

- **Cálculo de la media de las diferencias**

Calculamos la media de todas las discrepancias obtenidas para cada parámetro:

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

Donde n es el número de réplicas (en este caso, 3 réplicas por dosis de Poliacrilamida).

- **Cálculo de la desviación estándar de las diferencias (s_D)**

La extravió estándar de las discrepancias se calcula con la fórmula:

$$s_D = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}$$

- **Cálculo del valor t:**

Finalmente, para cada parámetro (turbidez, STS y pH), calculamos el valor t con la fórmula:

$$t = \frac{\bar{D}}{s_D / \sqrt{n}}$$

Donde:

- \bar{D} : es la media de las discrepancias,
- S_D es el extravío estándar de las discrepancias,
- n es el dígito de réplicas (3 en este caso).

- **Grados de libertad (df):**

Los grados de independencia para la prueba t son:

$$df = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

- **Valor p y decision:**

Con el valor t calculado y los grados de independencia, buscamos el valor p en la tabla de distribución t de Student o utilizamos software estadístico como Excel o R para obtenerlo.

Cuando el valor p resulta inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, demostrando que la intervención aplicada genera un efecto estadísticamente significativo.

Tabla 12

Datos de la turbidez antes y después del tratamiento

Replica	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez final (NTU)
1	1010	2.8
2	1010	3.1
3	1010	2.8

Tabla 13*Datos de los sólidos totales en suspensión antes y después del tratamiento*

Replica	Sólidos totales en susp. (mg/L)	Sólidos totales en susp. (mg/L)
1	1540	5.7
2	1540	7.2
3	1540	5.0

Paso 1. Calcular la diferencia (D) de cada parámetro

La diferencia es la resta de los valores antes menos los valores después para cada réplica:

Turbidez:

$$D_1 = 1010 - 2.8 = 1007.2 \quad D_2 = 1010 - 3.1 = 1006.9 \quad D_3 = 1010 - 2.8 = 1007.2$$

STS:

$$D_1 = 1540 - 5.7 = 1534.3 \quad D_2 = 1540 - 7.2 = 1532.8 \quad D_3 = 1540 - 5.0 = 1535.0$$

Paso 2: calcular la media de las diferencias

El promedio de las diferencias \bar{D} se determina mediante la suma de todas las discrepancias observadas, dividida entre el número de repeticiones del experimento ($n = 3$).

Turbidez:

$$\overline{D}_{\text{turbidez}} = \frac{1007.2 + 1006.9 + 1007.2}{3} = \frac{3021.3}{3} = 1007.1$$

STS:

$$\overline{D}_{\text{STS}} = \frac{1534.3 + 1532.8 + 1535.0}{3} = \frac{4602.1}{3} = 1534.03$$

Paso 3: Calcular la desviación estándar de las diferencias (s_k)

El cálculo de la desviación estándar de las diferencias S_D se realiza aplicando la fórmula estadística correspondiente:

$$s_D = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}$$

Turbidez:

$$s_{\text{turbidez}} = \sqrt{\frac{(1007.2 - 1007.1)^2 + (1006.9 - 1007.1)^2 + (1007.2 - 1007.1)^2}{2}}$$

STS:

$$s_{\text{STS}} = \sqrt{\frac{(1534.3 - 1534.03)^2 + (1532.8 - 1534.03)^2 + (1535.0 - 1534.03)^2}{2}}$$
$$s_{\text{STS}} = \sqrt{\frac{(0.27)^2 + (-1.23)^2 + (0.97)^2}{2}} = \sqrt{\frac{0.0729 + 1.5129 + 0.9409}{2}} = \sqrt{\frac{2.5267}{2}} = \sqrt{1.2634} = 1.12$$

Paso 4: Calcular el valor t

La fórmula para computar el valor t es:

$$t = \frac{\bar{D}}{s_D / \sqrt{n}}$$

Turbidez:

$$t_{\text{turbidez}} = \frac{1007.1}{0.17 / \sqrt{3}} = \frac{1007.1}{0.098} = 10071.0$$

STS:

$$t_{\text{STS}} = \frac{1534.03}{1.12 / \sqrt{3}} = \frac{1534.03}{0.647} = 2363.94$$

Paso 5: Calcular los grados de libertad (df) y el valor p

Los grados de libertad (df) se calculan como $df=n-1$, es decir, en este caso:



$$df = 3 - 1 = 2$$

Luego, se calcula el valor p usando la distribución t de Student con $df=2$.

Esto se puede obtener usando una tabla de distribución t o calculando el valor p con una función estadística.

Valor p para turbidez

El valor p para $t = 10071.0$ con $df = 2$ es extremadamente bajo

Conclusión:

Para turbidez

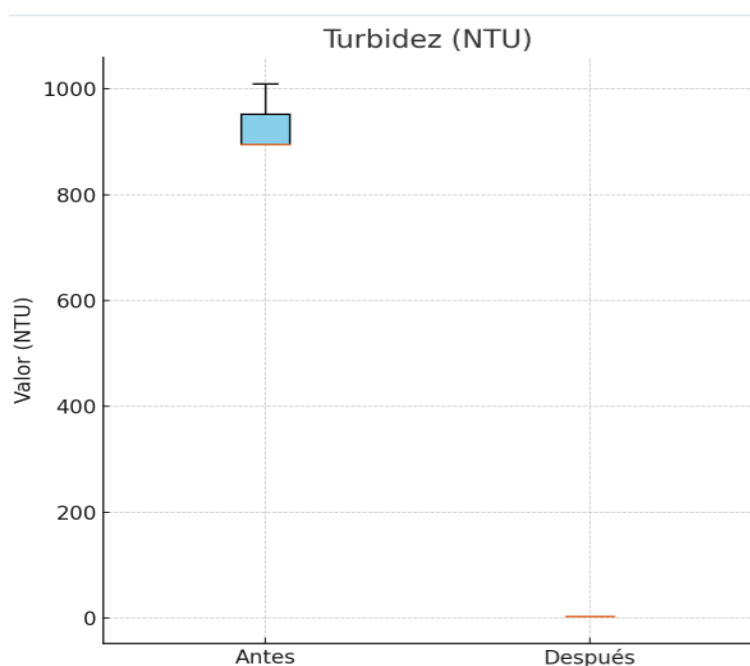
- Valor t: 10071.0
- Valor p: $9.86 * 10^{-9}$
- Como el valor p es mínimo que 0.05, podemos impugnar la hipótesis nula y ultimar que el tratamiento con Poliacrilamida a una dosis de 20 mg/L reduce significativamente la turbidez de las aguas residuales textiles.

Para solidos totales em suspensión

- Valor t: 2363.94
- Valor p: $1.79 * 10^{-7}$
- Como el valor p es mucho menor que 0.05, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que el tratamiento con Poliacrilamida a una cuantía de 20 mg/L reduce significativamente los STS en las aguas remanentes textiles

Figura 12

Distribución de la Turbidez en Aguas Residuales Textiles Antes y Después del Tratamiento con Poliacrilamida



El gráfico muestra una alta dispersión de los valores de turbidez antes del tratamiento, con una mediana cercana a 1000 NTU. Esto indica que las aguas residuales textiles contenían un alto nivel de turbidez antes de la aplicación de Poliacrilamida. El rango intercuartílico (la caja azul) está en un valor elevado, lo que refleja la variabilidad en los datos antes del tratamiento. Además, la "línea superior" (el bigote superior) indica el valor máximo observado.

Después del tratamiento con Poliacrilamida, los valores de turbidez se redujeron significativamente. La mediana de la turbidez disminuyó considerablemente y se aproxima a 0 NTU, lo cual muestra que el procesamiento fue muy seguro en la clarificación de las aguas residuales.

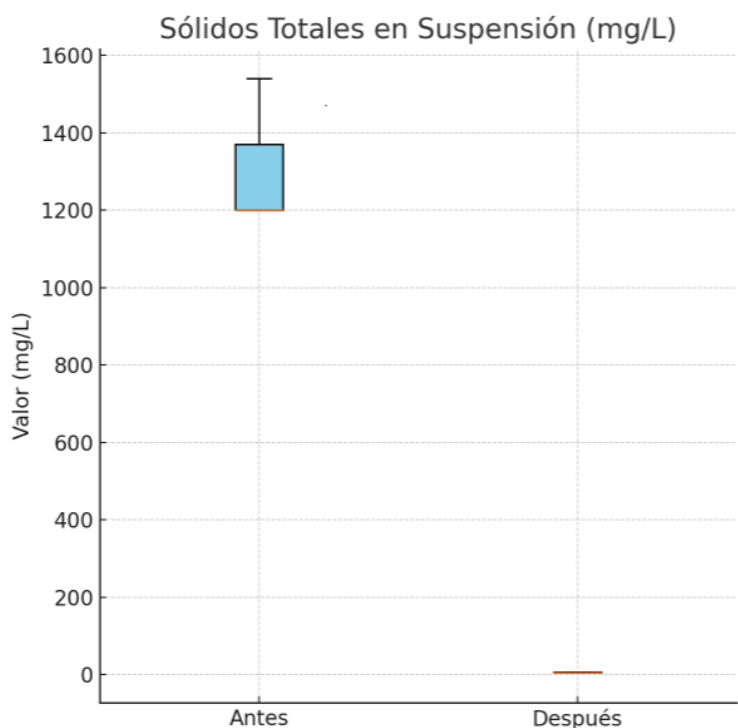
La caja y los bigotes son mucho más pequeños en comparación con los valores antes del tratamiento, lo que sugiere que la dispersión de los datos se

redujo, lo que significa que la mayoría de las mediciones de turbidez después del tratamiento son similares y cercanas a 0 NTU.

Este gráfico refuerza los hallazgos conseguidos en la prueba t de Student, que mostró que el procesamiento con Poliacrilamida posee un efecto estadísticamente significativo en la reducción de la turbidez de las aguas remanentes textiles. La mengua drástica en los valores de turbidez, acompañada de una mengua en la variabilidad de los datos, evidencia que la Poliacrilamida mejora la calidad del agua de manera consistente y efectiva.

Figura 13

Distribución de los STS en Aguas Residuales Textiles Antes y Después del Tratamiento con Poliacrilamida.



Los valores de STS antes del tratamiento se distribuyen en un rango amplio, con la mediana cerca de 1200 mg/L. Esto indica una elevada reunión de sólidos suspendidos en las aguas remanentes textiles precedentemente del procesamiento.



El rango intercuartílico (la caja azul) es grande, lo que refleja una gran variabilidad en los valores de STS antes del tratamiento. La "línea superior" (el bigote superior) indica el valor máximo observado, mientras que la presencia de un punto aislado (outlier) sugiere una medición excepcionalmente alta en los datos.

Después de la aplicación de Poliacrilamida, los STS se redujeron drásticamente. La mediana de STS se aproxima a 0 mg/L, lo que sugiere una eliminación casi total de los sólidos suspendidos.

La caja y los bigotes son considerablemente más pequeños en comparación con los valores antes del tratamiento, lo que indica que la variabilidad de los datos también disminuyó. Esto refuerza la idea de que el tratamiento con Poliacrilamida produce una reducción consistente y eficiente en la cantidad de SS en las aguas remanentes.

Este gráfico visualiza claramente la efectividad del tratamiento con Poliacrilamida en la reducción de STS. La disminución drástica de los valores de STS y la reducción de la dispersión de los datos confirman los hallazgos conseguidos en la prueba t de Student, que mostró que el procesamiento posee un efecto estadísticamente significativo en el perfeccionamiento de la condición del H₂O al reducir los sólidos suspendidos.

Discusiones

El propósito central de este estudio consistió en valorar la efectividad de la PAM para clarificar efluentes textiles en Juliaca. Con base en la literatura revisada, se pretendió establecer si este floculante representaba una alternativa viable para disminuir contaminantes como SST, turbiedad y pH en dichas aguas. Seguidamente, se analizan los hallazgos en contraste con investigaciones precedentes.



Según los hallazgos obtenidos, la turbidez de las aguas remanentes textiles en Juliaca antes del procesamiento fue considerablemente alta, con valores que oscilaron entre 895 y 1010 NTU, lo que refleja una gran carga de contaminantes. Estos valores se alinean con los reportados en estudios previos, como los de Zevallos (2020), que también encontraron altos niveles de turbidez en las aguas remanentes textiles de Arequipa. Este elevado nivel de turbidez se atribuye a la existencia de SS, colorantes y otros compuestos utilizados en el proceso textil, como también lo destacaron Lee et al. (2017) en su investigación sobre la industria textil.

Los hallazgos experimentales expusieron que la aplicación de poliacrilamida resultó en una disminución significativa de NTU y SS. En particular, la dosis óptima de 20 mg/L alcanzó una eficacia del 99.72% en la separación de NTU, lo cual supera los valores obtenidos en otros estudios. Por ejemplo, el estudio de Zevallos et al. (2020) reportó una reducción de turbidez del 89% en efluentes textiles con el uso de tricloruro férrico y polímeros catiónicos, lo que subraya la efectividad de la poliacrilamida en comparación con otros agentes floculantes. Esta eficiencia se debe a la capacidad de la PAM para aglomerar las partículas suspendidas y facilitar su sedimentación, como lo sugieren estudios previos de Hernández (2020) y Sinha (2022).

Respectivamente a la eliminación de STS, las derivaciones conseguidas en este estudio muestran una reducción notable, con un valor final de 5.7 mg/L a la dosis de 20 mg/L, que desempeña con los límites determinados para la calidad del agua en efluentes industriales. Esto concuerda con los hallazgos de Laurente (2024), donde el uso de sulfato de aluminio y otros coagulantes permitió una reducción de STS en aguas residuales domésticas de hasta un 76%. Sin embargo,



la poliacrilamida mostró un desempeño superior, lo que refuerza su aplicabilidad en el procesamiento de aguas remanentes textiles.

En cuanto al pH, los resultados mostraron una ligera disminución del valor de pH, que pasó de 8.21 a 8.35 antes del tratamiento a un rango entre 3.7 y 4.4 después de la adición de poliacrilamida. Este comportamiento es esperado debido a las propiedades de la PAM, que puede alterar el pH del agua al actuar como floculante (García et al., 2017). No obstante, las variaciones observadas en este estudio fueron menores que las reportadas en investigaciones de mayor escala, como las de Lee et al. (2017), quienes reportaron un descenso más pronunciado en el pH durante sus ensayos.

Los hallazgos de este estudio muestran concordancia con los reportados en demás trabajos que utilizaron métodos combinados de coagulación-floculación y adsorción. Por ejemplo, Sinha (2022) observó que la combinación de alumbre y PAM alcanzó una remoción del 99.7% en turbidez, mientras que, en el presente estudio, la dosis de 20 mg/L de poliacrilamida mostró una eficiencia superior, especialmente al considerar los resultados de los SST. Este rendimiento refuerza la efectividad de la PAM como floculante en aguas residuales textiles.

Los resultados sugieren que la poliacrilamida es un procesamiento elevadamente eficaz para la clarificación de aguas remanentes textiles en Juliaca, especialmente cuando se utiliza en cuantía de 20 mg/L. Esta dosis logra un perfeccionamiento significativo en la condición del agua, reduciendo turbidez y sólidos suspendidos en un porcentaje mayor al 99%. Comparado con otros tratamientos, como los que utilizan agentes coagulantes como el sulfato de Al o PAC, la poliacrilamida presenta ventajas en términos de eficiencia y costo, como lo indicaron estudios previos (Laurente, 2024).



CONCLUSIONES

Primera: Los resultados obtenidos para las medidas de NTU, sólidos totales en suspensión (STS) y pH en las aguas remanentes textiles de Juliaca antes del tratamiento fueron elevados. La turbidez osciló entre 895 NTU y 1010 NTU, lo que refleja una elevada carga de partículas en suspensión en el H₂O. Los STS transformaron entre 1200 mg/L y 1540 mg/L, indicando una considerable cantidad de sólidos existentes en el H₂O remante. Además, el pH mostró un rango de 8.21 a 8.35, lo que confirma que las aguas residuales eran ligeramente alcalinas, lo cual es común en los procesos de ablución con detergentes en la producción textil. Estos resultados destacan la insuficiencia urgente de un procesamiento apropiado para reducir la polución de las aguas remanente en Juliaca.

Segunda: A partir de los resultados obtenidos, la cuantía óptima de PAM para la clarificación de las aguas remanente textiles fue determinada en 20 mg/L. A esta dosis, se alcanzó una disminución significativa de NTU, pasando de 1010 NTU a 2.8 NTU, y de STS, que disminuyeron de 1540 mg/L a 5.7 mg/L. Estas reducciones indican una excelente capacidad de la PAM para mover átomos suspendidas y optimar la condición del agua. Las dosis superiores a 20 mg/L (como 25 mg/L) no mostraron mejoras adicionales significativas en la clarificación del agua, y en algunos casos, los resultados empeoraron, lo que refuerza la idea de que 20 mg/L es la dosis óptima para obtener resultados eficientes sin desperdiciar producto.

Tercera El tratamiento con Poliacrilamida demostró ser altamente eficiente en la clarificación de las aguas remanente textiles en el distrito de Juliaca. A una dosis de 20 mg/L de PAM, se logró una eficiencia del 99.72% en la disminución de NTU y una eficacia del 99.63% en la separación de SST. Estos resultados



confirman que la poliacrilamida es una elección eficaz para optimar la condición del H₂O, superando las expectativas previas y cumpliendo con los valores máximos permitidos de condición del H₂O en efluentes industriales. Además, el tratamiento no alteró significativamente el pH del agua, manteniendo valores dentro de un rango aceptable para la descarga segura al medio ambiente.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar otras concentraciones de Poliacrilamida: Investigar concentraciones más bajas (por debajo de 5 mg/L) y más altas para determinar el rango óptimo y su impacto en la eficiencia.
- Evaluar el uso de Poliacrilamida junto con otros coagulantes como el cloruro de polialuminio o sulfato de aluminio para mejorar la clarificación.
- Explorar la posibilidad de reusar el agua procesada en procesos industriales, como el lavado de lana, para originar las sostenibilidades en la producción textil.
- Investigar floculantes ecológicos, como biopolímeros y extractos vegetales, para reemplazar parcialmente o completamente la Poliacrilamida.
- Realizar estudios sobre la biodegradabilidad y los posibles efectos ambientales de la usanza de Poliacrilamida en el procesamiento de aguas remanentes.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APHA, A. G. (2005). *Protocolos estandarizados para la evaluación de aguas de consumo humano y efluentes residuales AHPA - AWWA - WPCF* (17.ª ed.). Dias de Santos.
- Arriola, B. Q. (1995). *La ingeniería: Vocación y servicio*. Fundación ICA.
- Calcina, D. D. U. (2018). *Evaluación del proceso de sedimentación con poliacrilamida aniónica en las aguas residuales del circuito de pozas de la Unidad Operativa Minera Halcón de Oro—Ananea*.
- Chaquea, M. Y. (2017). *Análisis químico y físico de la condición del agua*. Ediciones USTA.
- Coats, E. R., Appel, F. J., Guho, N., Brinkman, C. K., & Mellin, J. (2023). Evaluation of the performance and microbial community in an optimized biological phosphorus removal system with subsequent anoxic denitrification, tested at laboratory and pilot scale. *Water Environment Research*, 95(4), e10852. <https://doi.org/10.1002/wer.10852>
- Espinoza, R. F. R. (2023). *Evaluación del proceso de Coagulación-Floculación en los efluentes de una planta de conservas de pescado* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrión.
- García, H. A. H., Buitrón Méndez, G., M. Lopez-Vazquez, C., & J. Cervantes Carrillo, F. (Eds.). (2017). *Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño*. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780409146>
- ghafoorisadatieh, A., Almatin, E., Bam, M. soleymani nezhad, & Gholipour, A. (2019). *Estimating of optimal dose of PACL for turbidity removing from water* (No. arXiv:1904.06421). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.06421>



- GilPavas, E., Arbeláez-Castaño, P. E., Universidad Escuela de Administración, Finanzas y Tecnología (EAFIT), Medina-Arroyave, J. D., Universidad Escuela de Administración, Finanzas y Tecnología (EAFIT), Gómez-Atehortua, C. M., & Universidad Escuela de Administración, Finanzas y Tecnología (EAFIT). (2018). Tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante coagulación química acoplada a procesos fenton intensificados con ultrasonido de baja frecuencia. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 157-167.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.14>
- Giraldo, L. F. G., Ángel, M. L. H., Mesa, G. A. P., Restrepo, A. R., & Palacio, J. A. S. (2005). *Tratamiento de efluentes de la industria textil mediante un proceso de fotocatalisis*. 2(1).
- Gómez, O. R. T., Huaira, E. H. M., Carranza, C. F. C., & Martinez, O. F. L. (2019). *Textile effluent treatment with polyurethane sponges and biorremediation with shewanella bacteria*.
- Hernandez, A. G. (2020). *Análisis de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales industriales: Potencial del sector para Canarias*.
<https://shre.ink/Seur>
- Íñiguez, G., & Hernández, R. (2010). Estudio para la rehabilitación de una planta de tratamiento de vinazas tequileras mediante un floculante polimérico de poliacrilamida (PAM). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(4), 299-311.
- Kutsevol, N., Naumenko, A., Chumachenko, V., Balega, A., & Bulavin, L. (2017). Flocculative ability of uncharged and hydrolyzed graft and linear



polyacrylamides. *Journal of Molecular Liquids*, 227, 26-30.

<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.11.132>

Lannacone, J., & Linares, J. D. M. (2018). Tratamiento de efluentes de la industria alimentaria por coagulación-floculación utilizando almidón de *Solanum Tuberosum* L. 'Papa' como alternativa al manejo convencional. *Biotempo*, 15(1), 83-112. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v15i1.1699>

Laurente, D. H. (2024). *Eliminación de parámetros fisicoquímicos en aguas residuales domésticas a escala de laboratorio usando un sistema combinado de coagulación-floculación y adsorción* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. <https://shre.ink/SeK8>

Lee, K. E., Gho, T. L., & Simon, N. (2017). Textile industrial wastewater treatment by polyacrylamide aided magnesium chloride hybrid coagulant. *ResearchGate*. <https://shre.ink/SeKy>

Lee, K. E., Goh, T. L., & Simon, N. (2017). Textile Industrial Wastewater Treatment by Polyacrylamide Aided Magnesium Chloride Hybrid Coagulant. *Nature Environment and Pollution Technology*, 16(2).

Ma, J., Fu, K., Fu, X., Guan, Q., Ding, L., Shi, J., Zhu, G., Zhang, X., Zhang, S., & Jiang, L. (2017). Flocculation properties and kinetic investigation of polyacrylamide with different cationic monomer content for high turbid water purification. *Separation and Purification Technology*, 182, 134-143. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.03.048>

Marcó, L., Azario, R., & Metzler, C. (2004). *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina)*.



- MINAM, M. del A. (2022). *Límite Máximo Permisible (LMP)*. <https://shre.ink/SeKg>
- Metcalf, L., & Eddy, H. (2016). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Nagdi, N. (2012). Treatment of Industrial Textile Wastewater Using Polyacrylamide (PAM) and Polyaluminium Chloride (PAC). *ResearchGate*. <https://doi.org/10.11113/jt.v60.1439>
- OMS, O. M. de la S. (2018). *Normativas para la calidad del agua potable: Cuarta edición que incluye la primera adenda (4.ª ed. + 1.ª adenda)*. Organización Mundial de la Salud. <https://shre.ink/SeKG>
- Quispe, D. C., Choque-Quispe, Y., Solano-Reynoso, A. M., & Ramos-Pacheco, B. S. (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. *Tecnología Química*, 38(2), 348-361.
- Sinha, S. (2022). Textile wastewater clarification using milk based formulations as an effective dye absorbent and flocculant. *Materials Today: Proceedings*, 67, 1304-1309. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.196>
- UNEP, E. (2024, diciembre 2). *The UNEP Textile Initiative | UNEP - UN Environment Programme*. <https://shre.ink/SeKM>
- UNESCO. (2020). *Agua y Cambio Climático*.
- Zevallos, M. O. G., Murillo, V. P., Carrizales, T. Q., Núñez, M. E. T., & Paredes, F. E. H. (2020). Depuración fisicoquímica de los vertidos generados en el lavado de lana dentro de una fábrica textil de Arequipa. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 86(4), Article 4. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v86i4.312>
- Zevallos, M. O. G., Pérez Murillo, V., Quispe Carrizales, T., Talavera Núñez, M. E., & Huamán Paredes, F. E. (2020). Procesamiento fisicoquímico de los



vertidos generados en el lavado de lana en una industria textil de Arequipa.

Revista de la Sociedad Química del Perú, 86(4), 428-438.

<https://doi.org/10.37761/rsqp.v86i4.312>

Zuni, K. L. P. (2024). *Remoción de plomo y turbidez con penca de tuna (Opuntia ficus-indica (L.) Miller) y poliacrilamida en aguas con relaves mineros del lago Comuni La Rinconada.* <https://shre.ink/SeK5>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo influye el uso de poliacrilamida en la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuál es la eficiencia de la poliacrilamida en la reducción de turbidez de las aguas residuales textiles? ¿Qué concentración de poliacrilamida permite una mayor eficiencia en la clarificación? - ¿Cuál es el efecto de la poliacrilamida sobre los parámetros fisicoquímicos del agua (pH, DQO, SST)?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la influencia de la poliacrilamida en la mejora significativamente la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.</p> <p>Objetivos específicos: - Determinar la eficiencia de la poliacrilamida en la reducción de turbidez. - Identificar la concentración óptima de poliacrilamida para la clarificación. - Analizar el efecto de la poliacrilamida sobre los parámetros fisicoquímicos del agua (pH, DQO, SST).</p>	<p>Hipótesis general: El uso de poliacrilamida mejora significativamente la clarificación de las aguas residuales textiles en el distrito de Juliaca.</p> <p>Hipótesis específicas: - La poliacrilamida reduce la turbidez del agua residual textil. - Existe una concentración óptima de poliacrilamida que maximiza la clarificación. - El uso de poliacrilamida mejora los parámetros fisicoquímicos del agua residual.</p>	<p>Variable independiente: Uso de poliacrilamida (concentración en mg/L).</p> <p>Variable dependiente: Nivel de clarificación del agua residual textil. Turbidez (NTU). - DQO (mg/L). - SST (mg/L). - pH.</p> <p>Variable de control: Tipo de agua residual textil tratada.</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel: Experimental. Preexperimental, con pruebas de jar test en laboratorio.</p> <p>Población: Aguas residuales generadas en talleres textiles de Juliaca.</p> <p>Muestra: Muestras representativas de aguas residuales textiles.</p> <p>Técnicas e instrumentos: - Jar test. - Medición de turbidez, DQO, SST y pH con equipos estandarizados.</p>



Anexo 2. Resultados



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° LCA139 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : Erika Julissa Flores Larico
1.2. Proyecto : CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua residual
2.2. Numero de muestras : 01
2.3. Muestreado por : Erika Julissa Flores Larico
2.4. Fecha de ensayo : 30/12/2024
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
M1 - Inicial	E: 372709.6 N: 8288284.9	29/12/2024	11:00
M2 - Inicial	E: 372709.6 N: 8288284.9	29/12/2024	16:00

III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	M1 - Inicial	M2 - Inicial
1	Temperatura	°C	23.0	27.5
2	Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	8.21	8.35
3	Turbidez	NTU	895	1010
4	Solidos totales en suspensión	mg/L	1200	1540

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 octubre del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milthon Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP

N°B.: 00021987

1



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° LCA140 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : Erika Julissa Flores Larico
1.2. Proyecto : CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua residual
2.2. Numero de muestras : 05
2.3. Muestreado por : Erika Julissa Flores Larico
2.4. Fecha de ensayo : 30/12/2024
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
T1	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	10:00
T2	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	10:10
T3	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	10:20
T4	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	10:30
T5	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	10:40

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5
Temperatura	°C	15.0	15.2	15.1	15.2	15.4
Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	4.2	4.1	4.0	3.8	3.9
Turbidez	NTU	225.7	123.4	18.5	2.3	4.1
Solidos totales en suspensión	mg/L	121	52.1	11.3	5.8	6.7

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

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca
C.I.P. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP

Juliaca, 31 de octubre del 2024

N°B.: 00021987

2



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° LCA141 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : Erika Julissa Flores Larico
1.2. Proyecto : CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua residual
2.2. Numero de muestras : 05
2.3. Muestreado por : Erika Julissa Flores Larico
2.4. Fecha de ensayo : 30/12/2024
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
T1	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	14:20
T2	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	14:30
T3	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	14:40
T4	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	14:50
T5	E: 380117.93 N: 8282287.07	30/12/2024	15:00

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5
Temperatura	°C	15.6	15.5	15.5	15.7	15.6
Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	4.0	4.3	4.1	4.0	3.8
Turbidez	NTU	232.3	126.2	20.5	3.1	5.2
Solidos totales en suspensión	mg/L	132	61.3	15.3	7.2	7.7

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

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mg/a Ing. Milton Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL. FICP

Juliaca, 31 de octubre del 2024

N°B.: 00021987

3



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° LCA142 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : Erika Julissa Flores Larico
- 1.2. Proyecto : CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua residual
- 2.2. Numero de muestras : 05
- 2.3. Muestreado por : Erika Julissa Flores Larico
- 2.4. Fecha de ensayo : 31/12/2024
- 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
T1	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	11:00
T2	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	11:10
T3	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	11:20
T4	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	11:30
T5	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	11:40

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5
Temperatura	°C	14.3	14.5	14.4	14.6	14.5
Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	4.0	4.3	3.9	3.7	3.9
Turbidez	NTU	222.2	119.7	17.8	2.5	4.7
Solidos totales en suspensión	mg/L	118.4	49.4	12.9	4.9	6.0

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

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca
C.I.P. 42790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP

Juliaca, 31 de octubre del 2024

N°B.: 00021987

4



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° LCA143 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : Erika Julissa Flores Larico
- 1.2. Proyecto : CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Agua residual
- 2.2. Numero de muestras : 05
- 2.3. Muestreado por : Erika Julissa Flores Larico
- 2.4. Fecha de ensayo : 31/12/2024
- 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
T1	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	13:05
T2	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	13:15
T3	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	13:25
T4	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	13:35
T5	E: 380117.93 N: 8282287.07	31/12/2024	13:50

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5
Temperatura	°C	15.8	16.1	15.9	16.0	16.1
Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	4.4	4.2	3.8	3.9	4.1
Turbidez	NTU	218.5	115.8	16.5	3.1	5.5
Solidos totales en suspensión	mg/L	126.6	55.3	10.7	5.0	7.5

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

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



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

Juliaca, 31 de octubre del 2024

N°B.: 00021987

5



Anexo 3. Hoja de seguridad de la Poliacrilamida



Versión: 1.17

Fecha de revisión: 09/10/2023

Hoja de Datos de Seguridad

Sección 1 - Identificación de la sustancia química peligrosa o mezcla y de la empresa**Nombre de la sustancia química o mezcla**

Nombre Químico Poliacrilamida Parcialmente Hidrolizada

Fórmula química N/A

No. CAS 9003-05-8

Otros medios de identificación

Sinónimos PHPA

Uso recomendado de la sustancia química peligrosa o mezcla y restricciones de uso

Se utiliza para estabilizar formaciones de arcillas reactivas y lutitas; Estabiliza las lutitas por adsorción en recortes y arcillas en la pared del pozo y evita la dispersión. Por su alto peso molecular viscosifica rápidamente cuando la concentración aumenta. Es soluble en aguas dulces, salobres o salinas y puede emplearse para preparar fluidos de perforación libres de sólidos.

Es un excelente floculante, muy efectivo a bajas dosificaciones, elimina o reduce el uso de sales inorgánicas, presenta velocidades de sedimentación elevadas, fácilmente soluble en agua y asegura alta eficiencia de remoción de sólidos.

Anexo 4. Panel fotográfico

Obtención de lana



Proceso de lavado de lana



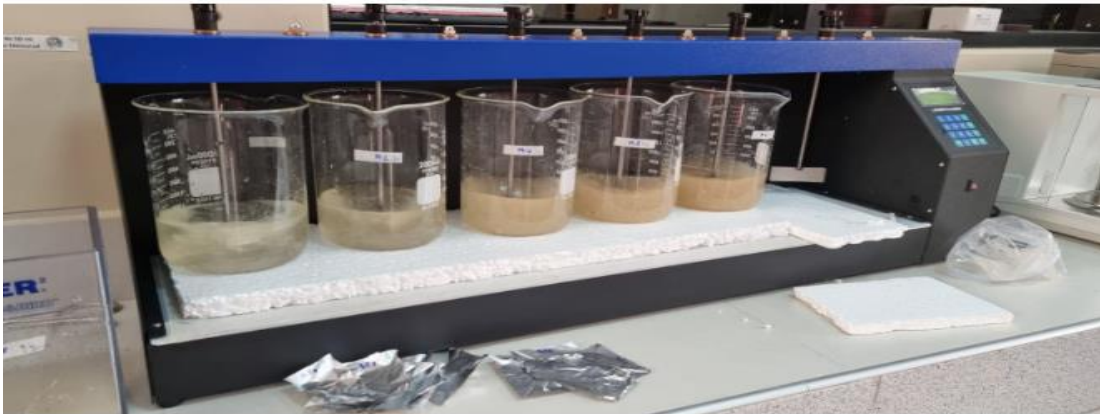
Toma de muestras



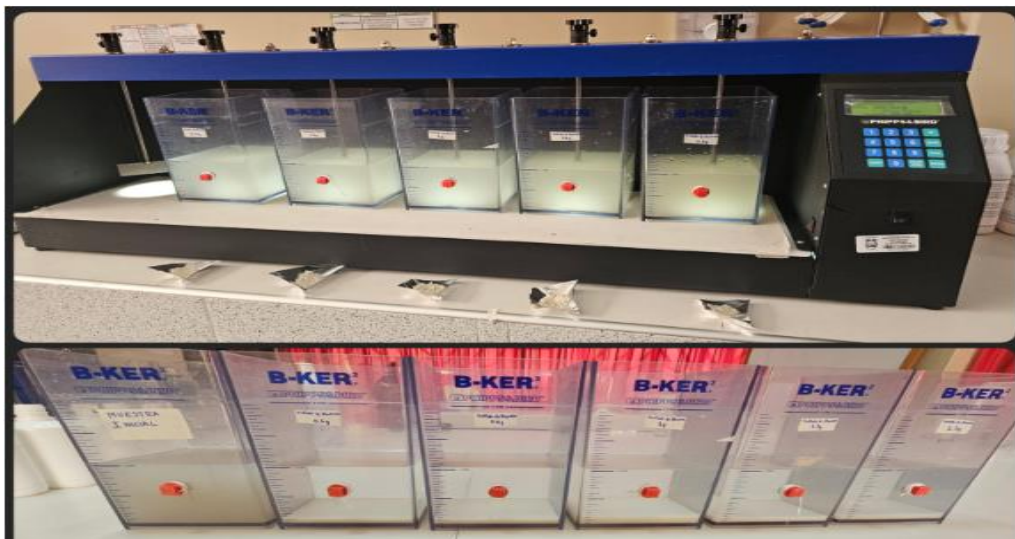
Análisis de muestras de agua



Tratamiento con Pöliacrilamida



Resultados del tratamiento final



Análisis de las muestras tratadas





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 03/10/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ERIKA JULISSA FLORES LARICO

Dirección: URCUNIMUNI NORTE SAM 22 - PUSI - HUANCANE- PUNO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76919079

Teléfono: 976350018 email: erikajulissafloreslarico00@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: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Mgr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: CLARIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TEXTILES EMPLEANDO POLIACRILAMIDA EN EL DISTRITO DE JULIACA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Agua residual, clarificación, industria textil, poliacrilamida

¿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

03/10/2025

Fecha