

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Reducción de la turbidez en aguas del drenaje
minero en la empresa aurífera retamas mediante
coagulación y floculación 2022-2023**

Juan Daniel Alanya Camasca

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Anieval Peña Rojas
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 27 de enero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ EN AGUAS DEL DRENAJE MINERO EN LA EMPRESA AURÍFERA RETAMAS MEDIANTE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN 2022-2023**", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) **JUAN DANIEL ALANYA CAMASCA**, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 10 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas:) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Juan Daniel Alanya Camasca, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 76067557, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ EN AGUAS DEL DRENAJE MINERO EN LA EMPRESA AURÍFERA RETAMAS MEDIANTE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN 2022-2023", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

27 de enero de 2024.

Tesis Juan Daniel Alanya

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	10%	2%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1%

10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
14	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	diposit.ub.edu Fuente de Internet	<1 %
16	1library.co Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	vdocumento.com Fuente de Internet	<1 %
20	WSP PERU CONSULTORIA S.A.. "Segunda MEIA-D del Proyecto de Ampliación de las Operaciones Minero-Metalúrgicas a 4 200	<1 %

TMD de la Unidad Minera Animón-
IGA0016878", R.D. N° 00059-2022-SENACE-
PE/DEAR, 2022

Publicación

21	Agostina Chiavola, Camilla Di Marcantonio, Martina D'Agostini, Simone Leoni, Marco Lazzazzara. "A combined experimental-modeling approach for turbidity removal optimization in a coagulation-flocculation unit of a drinking water treatment plant", Journal of Process Control, 2023	<1 %
<hr/>		
22	revistas.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
<hr/>		
23	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
<hr/>		
24	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Fuente de Internet	<1 %
<hr/>		
25	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
<hr/>		
26	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
<hr/>		
27	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
<hr/>		
28	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

29	repositorio.upsjb.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unife.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Hernán Óscar Cortez Gutiérrez, Milton Milcíades Cortez Gutiérrez, Juan Herber Grados Gamarra, Santiago Linder Rubiños Jiménez et al. "Asociación entre ansiedad y hábitos alimenticios", VISUAL REVIEW. International Visual Culture Review / Revista Internacional de Cultura Visual, 2023 Publicación	<1 %
33	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.fao.org Fuente de Internet	<1 %
35	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
36	link.springer.com Fuente de Internet	<1 %
37	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.uan.edu.co Fuente de Internet	<1 %

39	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	Submitted to Centro Europeo de Postgrado - CEUPE Trabajo del estudiante	<1 %
44	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.unid.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	spenagroup.com Fuente de Internet	

		<1 %
50	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
53	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words

ASESOR

Dr. Anieval Peña Rojas

AGRADECIMIENTO

A mi supervisor, quien compartió sus conocimientos y enseñanzas.

Al jefe de medio ambiente, por darme la oportunidad de desenvolverme en el área de trabajo.

A mi asesor, por su dedicación, experiencia en enseñanza y apoyo preciso para poder llegar a esta instancia tan anhelada y a mis colegas por sus consejos y experiencia para ser más eficiente en lo laboral.

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, debido a que siempre quieren lo mejor, en especial para mi mamá le dedico este logro por creer en mí, su compromiso y sus enseñanzas, con ello poder lograr los objetivos que me voy trazando en mi vida profesional. Así mismo, dedico este logro a mis familiares que siempre conté con su apoyo moral y su continua experiencia para seguir creciendo, estoy seguro de que lograre que se sienta muy orgullosa.

ÍNDICE GENERAL

ASESOR	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Problema general	6
1.2.2. Problemas específicos.....	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. Justificación e importancia de la investigación	7
1.4.1. Justificación social.....	7
1.4.2. Justificación económica	7
1.4.3. Justificación ambiental.....	8
1.5. Delimitación del proyecto	8
1.5.1. Importancia.....	8
1.6. Limitaciones de la investigación	9
1.7. Hipótesis e identificación de variables	9
1.7.1. Hipótesis.....	9
1.7.2. Identificación de variables.....	10
1.7.3. Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.1.1. Antecedentes internacionales	12

2.1.2.	Antecedentes nacionales	17
2.2.	Bases teóricas	24
2.2.1.	PTARM (planta de tratamiento de aguas residuales de mina)	24
2.2.2.	Tratamiento de agua residual de mina.....	24
2.2.3.	Equipos y herramientas en área laboral.....	25
2.2.4.	PETS (procedimiento de trabajo seguro)	25
2.2.5.	Monitoreo y lectura de datos	26
2.2.6.	Operación y mantenimiento de la PTAR.....	29
2.2.7.	Sedimentación de partículas	30
2.3.	Definición de términos básicos	31
CAPÍTULO III : METODOLOGÍA		33
3.1.	Método, tipo o alcance de la investigación	33
3.1.1.	Método	33
3.1.2.	Tipo de investigación	34
3.1.3.	Nivel de investigación.....	34
3.2.	Diseño de la investigación	34
3.3.	Población y muestra	34
3.3.1.	Población.....	34
3.3.2.	Muestra.....	35
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	35
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	36
3.4.3.	Materiales y equipos	37
CAPÍTULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIONES		45
4.1.	Resultados descriptivos	45
4.1.1.	Funcionamiento del sistema de tratamiento de la PTARM	45
4.1.2.	Tratamiento y monitoreo con la dosis de coagulante y floculante	47
4.1.3.	Resultado de prueba de dosificación según parámetros iniciales	50
4.1.4.	Toma de muestra y lectura de datos	54
4.1.5.	Etapa de gabinete	58
4.2.	Prueba de hipótesis	77
4.2.1.	Hipótesis específica 1.....	77
4.2.2.	Hipótesis específica 2.....	80

4.2.3. Hipótesis específica 3.....	82
4.2.4. Hipótesis específica 4.....	84
4.3. Discusion de resultados	87
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS	92
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	10
Tabla 2. Registro de monitoreo de la fecha 09/04/2023-turno noche	36
Tabla 3. Monitoreo de caudal 09/04/2023	36
Tabla 4. Materiales de medición	39
Tabla 5. Composición de coagulante.....	41
Tabla 6. Composición de floculante.....	42
Tabla 7. Dosis adecuada de insumos según parámetros iniciales del agua.....	52
Tabla 8. Reporte de insumos empleados de manera diaria.....	59
Tabla 9. Control de turbidez de ingreso y salida.....	60
Tabla 10. Control de pH de ingreso y salida.....	64
Tabla 11. Control de ingreso y salida de conductividad eléctrica	68
Tabla 12. Relación de caudal de salida de PTARM	72
Tabla 13. Consumo promedio mensual de insumos químicos	76
Tabla 14. Prueba de normalidad hipótesis específica 1	78
Tabla 15. Prueba de Spearman hipótesis específica 1	79
Tabla 16. Prueba de normalidad hipótesis específica 2.....	81
Tabla 17. Prueba de Spearman hipótesis específica 2.....	81
Tabla 18. Prueba de normalidad hipótesis específica 3	83
Tabla 19. Prueba de Pearson hipótesis específica 3	84
Tabla 20. Prueba de normalidad hipótesis específica 4.....	85
Tabla 21. Prueba de Pearson hipótesis específica 4	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del centro minero.....	4
Figura 2. Mapa de ubicación PTARM Far West.....	5
Figura 3. Matriz de objetivos de medio ambiente UEA Retamas	6
Figura 4. Planta de tratamiento.....	24
Figura 5. Pozas de sedimentación de la planta de tratamiento	31
Figura 7. Sistema de tratamiento en pozas de sedimentación.....	43
Figura 8. Quena de caída de floculante	48
Figura 9. Diagrama de flujo Sistema de Tratamiento de Agua Residual de Mina – PTARM FAR WEST (R-2).....	50
Figura 10. Análisis de parámetros del agua.....	51
Fuente: Elaboración propia.....	51
Figura 11. Formación de flóculos en el tratamiento de aguas residuales	53
Figura 12. Análisis de dosificación 18 de abril del 2023	54
Figura 13. Análisis de dosificación 14 de abril del 2023	54
Figura 14. Análisis de dosificación 13 de abril del 2023	55
Figura 15. Análisis de dosificación 4 de abril del 2023	55
Figura 16. Análisis de dosificación 29 de marzo de 2023	56
Figura 17. Análisis de dosificación de 23 de marzo de 2023	56
Figura 18. Análisis de dosificación 15 de febrero de 2023.....	57
Figura 19. Análisis de dosificación 23 de enero de 2023	57
Figura 20. Análisis de dosificación 3 de enero de 2023.....	58
Figura 21. Área de registro de datos del monitoreo	60
Figura 22. Turbidez de entrada y salida mes de agosto.....	62
Figura 23. Turbidez de entrada y salida mes de marzo	63
Figura 24. Control de pH de ingreso y salida mes febrero	66
Figura 25. Control de pH de ingreso y salida mes de octubre	67
Figura 26. Control de conductividad eléctrica mes de marzo.....	70
Figura 27. Control de conductividad eléctrica mes de diciembre	71
Figura 28. Relación de caudal de salida mes de junio.....	74
Figura 29. Relación de caudal de salida mes de diciembre	75
Figura 30. Diagrama de procesos de la PTARM Far West.....	77

Figura 31. Diagrama de dispersión de dosis de coagulante con remoción de turbidez.....	78
Figura 32. Diagrama de dispersión de caudal de efluente con remoción de turbidez	80
Figura 33. Diagrama de dispersión de pH de ingreso con remoción de turbidez	82
Figura 34. Diagrama de dispersión de conductividad eléctrica con remoción de turbidez	85
Figura 35. Infraestructura de la planta de tratamiento.....	100
Figura 36. Análisis del agua con el multiparámetro.....	101
Figura 37. Recolección de muestra de agua	101
Figura 38. Análisis del agua con el turbidímetro	101
Figura 39. Ajuste de flujo de succión.....	102
Figura 40. Verificación de flujo de succión mediante probeta graduada.....	102
Figura 41. Pesado de floculante según la dimensión de los tanques.....	103
Figura 42. Mezcla y homogenización del floculante con agua fresca.....	103
Figura 43. Limpieza de buzones y canales	104
Figura 44. Dilución de la solución de floculante por medio de una quena	104
Figura 45. tratamiento del efluente en etapa de filtros	105
Figura 46. Tratamiento nocturno del efluente en etapa de filtros	105
Figura 47. Uso de solución Buffer para calibrar electrodos del multiparámetro control pH.....	106
Figura 48. Calibración del turbidímetro mediante incorporación de celdas de vidrio	106
Figura 49. Análisis de parámetros de salida del efluente "descarga del agua"	107
Figura 50. Recolección de muestras para análisis en laboratorio	107
Figura 51. Recepción de floculante e isotanques de cloruro férrico	109
Figura 52. Cambio de isotanques de cloruro férrico	109
Figura 53. Manipulación de rastrillo plano para evacuar lodos.....	110
Figura 54. Homogenización de lodos.....	110
Figura 55. Manipulación de compuertas de descarga	111
Figura 56. Limpieza de pozas de sedimentación mediante agua a presión	111
Figura 57. Transporte de lodo mediante uso de cisterna	112

RESUMEN

Esta investigación se realiza para el control y tratamiento de efluentes de la U.E.A. Retamas provenientes de procesos minero-metalúrgicos antes de su vertimiento al cuerpo receptor cumpliendo con los LMP aplicables, porque existen efectos negativos que afectan a los cuerpos de agua por actividades de extracción minera y para contrarrestar este problema se dan medidas que conllevan a realizar nuevas tecnologías para tratar el agua, por esta razón la investigación plantea como objetivo controlar el grado de turbidez de las aguas residuales de efluentes mediante el método de coagulación y floculación en el drenaje minero (DAM) de la empresa la minera aurífera Retamas, ubicado en la región La Libertad a una altitud de 3900 m.s.n.m, para lo cual se realizaron toma de muestra de 2 litros en los puntos de la PTARM Far West para realizar las pruebas y se evaluó la dosis óptima mediante la regulación del flujo de succión en el coagulante y floculante. Los resultados indican las pruebas de análisis respecto a las condiciones iniciales del efluente y concentración adecuada logrando obtener valores de turbidez menores a 2 NTU, según la tabla de dosis adecuada se emplea dosis de un rango menor a 180 – 380 mL/min de cloruro férrico y dosis de floculante entre 2.5 a 10 s en 500 ml, haciendo uso de la dosis adecuada se logró obtener una mayor eficiencia en la remoción del grado de turbidez alcanzando 90.32% y 94.40%. Según la prueba de hipótesis de índice de correlación Spearman y Pearson se dedujo que si existe correlación significativa entre dosis de coagulante y eficiencia de remoción de turbidez según la asociación a sus valores asignados en el rango de dosis $r=0.763$ y correlación entre conductividad eléctrica con eficiencia de remoción de turbidez tiene una relación lineal por tener valores cuantitativas-continuas con $r=0.250$ ($\text{sig} \leq 0.05$), pero no existe una correlación significativa entre las dos variable caudal y pH con eficiencia de remoción de turbidez en $r=0.112$ y 0.220 ($\text{sig} > 0.05$). En esta investigación se pudo analizar diferentes tratamientos con la dosis adecuada del insumo químico para conseguir la relación que existe entre las dos variables según las características del efluente esta se determinó mediante análisis de monitoreo y en precipitación de flóculos en la poza de sedimentación, los parámetros (pH, conductividad eléctrica, turbidez) no superan los LMP establecidos en descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgico que son dispuestos al cuerpo receptor río Llacuabamba de categoría 4 según el ECA de agua.

Palabras clave: Turbidez, drenaje minero, coagulante, floculante.

ABSTRACT

This research is carried out to control and treat the degree of turbidity of the water present in effluents from the U.E.A. Broom from mining-metallurgical processes before being dumped into the receiving body, complying with the applicable LMP, because there are negative effects that affect bodies of water due to mining extraction activities and to counteract this problem, measures are taken that lead to the implementation of new technologies. to treat water, for this reason the research aims to control the degree of turbidity of effluent wastewater through the coagulation and flocculation method in the mining drainage (DAM) of the Retamas gold mining company, located in the region. La Libertad at an altitude of 3900 m.a.s.l., for which a 2-liter sample was taken at the Far West PTARM points to conduct the tests and the optimal dose was evaluated by regulating the suction flow in the coagulant and flocculant. The results indicate the analysis tests regarding the initial conditions of the effluent and adequate concentration, achieving turbidity values less than 2 NTU. According to the appropriate dose table, doses of a range lower than 180 – 380 mL/min of ferric chloride are used. and doses of flocculant between 2.5 to 10 s in 500 ml, using the appropriate dose it was possible to obtain greater efficiency in removing the degree of turbidity, reaching 90.32% and 94.40%. According to the Spearman and Pearson correlation index hypothesis test, it was deduced that if there is a significant correlation between coagulant doses according to the association of their assigned values in the dose range with the turbidity removal efficiencies and electrical conductivity, it has a linear relationship by have quantitative-continuous values with turbidity removal efficiency with $r = 0.763$ and $r = 0.250$ ($\text{sig} \leq 0.05$), but there is no significant correlation between the two variables flow rate and pH with turbidity removal efficiency at $r = 0.112$ and 0.220 ($\text{sig} > 0.05$). In this research, it was possible to analyze different treatments with the appropriate dose of the chemical input to achieve the relationship that exists between the two variables according to the characteristics of the effluent. This was determined through monitoring analysis and precipitation of flocs in the sedimentation pond, the parameters (pH, electrical conductivity, turbidity) do not exceed the LMP established in the discharge of liquid effluents from mining-metallurgical activities that are disposed of to the receiving body of the Llacuabamba River of category 4 according to the ECA of water.

Keywords: Turbidity, mine drainage, coagulant, flocculant.

INTRODUCCIÓN

Una de las actividades que aportan económicamente al Perú es la minería. En el caso de la minería formal, es desarrollada mediante el cumplimiento de requisitos y permisos presentes en la Ley de minería contando con contratos de cesión o extracción, permisos de uso de área del terreno y agua, autorización de operaciones y estudio de impacto ambiental. La minería genera una gran cantidad de agua contaminada, que contiene concentración de metales pesados, tóxicos y otros contaminantes. Estas aguas residuales son causantes de la contaminación de ríos, lagos y acuíferos, lo que causa impactos perjudiciales para la población expuesta, vida silvestre y sobre el medio ambiente.

El Perú cuenta con leyes y regulaciones que buscan proteger el medio ambiente de la contaminación minera. Sin embargo, estas leyes y regulaciones a menudo no se cumplen, lo que ha llevado a una serie de casos de contaminación minera en los cuerpos receptores y generando conflictos con los pobladores que ven que sus recursos son afectados.

Los efluentes de agua residual de origen minero para su tratamiento se realizan en la U.E.A Retamas S.A. ubicado en el departamento de La Libertad, provincia Patatez en la planta de tratamiento Far West que tiene como contaminantes a controlar en Cu, Cd, Fe, Pb, Zn, As y STS y el parámetro esencial para saber si es adecuado el tratamiento del agua es la turbidez, pH y conductividad eléctrica del agua para así ser dispuestos en el cuerpo receptor y cumplir con las leyes y regulaciones dispuestas en el Perú.

Esta investigación pretende resolver el control adecuado de turbidez en el efluente de origen minero. El método más eficaz para controlar la turbidez en los efluentes mineros que dependerá de los contaminantes presentes y de características iniciales que tiene el agua. El sistema de tratamiento de agua residual de mina FAR WEST (R-2) comprende en 04 etapas de tratamiento: “coagulación, floculación, sedimentación y filtración” con capacidad total de las pozas de sedimentación de la planta de tratamiento 1,144 m³ de agua, siendo los parámetros como indicador para la calidad del agua: turbidez, pH, cianuro total, conductividad, oxígeno disuelto, concentración de metales pesados, grasas y aceites, STS para poder cumplir los LMP y ECA establecidos por la autoridad competente para fines pertinentes, el agua tratada es vertida al río Llacuabamba en punto de vertimiento E-20 (P-10).

Para contrarrestar los impactos perjudiciales que se produce por las actividades de las mineras se emplean técnicas de remediación y control como la coagulación y floculación que se utiliza para la alteración de las partículas en suspensión, como los coloides, del agua. Sin embargo, las aguas residuales mineras suelen contener una mayor concentración de coloides y otros contaminantes, por lo que es necesario utilizar un coagulante y un floculante más eficaz. Después de las etapas de coagulación y floculación, el agua se deja precipitar durante un tiempo para que los flóculos se sedimenten. Los flóculos se pueden eliminar del agua por sedimentación o filtración.

Respecto al primer capítulo de la investigación se contextualiza la organización de la empresa minera donde se presenta el estudio y se plantean los objetivos, la justificación y la hipótesis remarcando las variables involucradas.

Respecto al segundo capítulo, se menciona estudios internacionales y nacionales que son antecedentes que tienen relación con la investigación presentada, también se presentan las diferentes bases teóricas y definición de términos relacionadas con el proceso de la investigación.

Referente al tercer capítulo, se menciona la metodología de la investigación, donde se identifica el alcance y diseño de la investigación, mención de ubicación del estudio, así como las técnicas e instrumentos que se emplearan.

Referente al cuarto capítulo, se presentan los resultados de las pruebas que se obtuvieron referente al cumplimiento de los objetivos, la prueba de hipótesis planteada y discusiones de los resultados.

Por último, el capítulo 5, se expresa las conclusiones a lo que llevo la investigación, así como la recomendación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

El acceso a los recursos hídricos en todo el mundo es indispensable para todas las comunidades presentes puedan hacer uso de los servicios esenciales de agua potable y al saneamiento las cuales son muchas de estas privadas, con el trabajo viable propuesto por las NACIONES UNIDAS referente al “Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos” que está sujeto a principios para reducir la estadísticas de pobladores que carecen del saneamiento básico y agua potable, siendo un gran desafío humanitario. El consumo de agua se liga a los sistemas sociales, globalización, comercio y ciclo mundial del agua, responsabilidad de naciones desarrolladas y países en desarrollo en brindar ayuda en investigaciones y promover nuevas tecnologías remediación del agua contaminada.(1)

La industria de la minería en sus actividades de extracción ha aportado a la economía global mundial, pero en la generación de residuos por estas actividades han puestos nuevos desafíos, como escasez del agua en zonas donde abundan los recursos mineros siendo elemento fundamental para la extracción y limpieza de minerales lo que conlleva a realizar tratamiento de aguas residuales como parte fundamental para no dañar el medio ambiente y para ser reutilizadas en los procesos de extracción. Para las actividades de la minería se necesita una fuente continua de agua para realizar sus labores por lo cual invierten en tecnologías modernas para realizar tratamientos del agua y depender de la extracción continua de aguas naturales estando situadas mayormente en zonas meteorológicas donde el acceso de agua es casi escaso y mayormente enfocada al consumo o uso doméstico, el agua residual para regresar al medio ambiente se deben de neutralizar la acidez, los sólidos suspendidos, eliminar los metales, contaminantes y establecer un nivel óptimo de pH. Lo que buscan mayormente la minería es mejorar la eficiencia operativa y mejorar los costes en su proceso con la aplicación de nuevas tecnologías.(2)

La contaminación de los cursos fluviales por acido de mina es uno de los más graves en los cuales los ríos expuestos contienen acidez, alto sulfato y metales pesados. Los daños que causan son en alteraciones de ecosistemas llegando también hasta la desaparición de fauna fluvial, así como perdida del recurso volviéndose inservible para consumo humano, industrial o agrícola. Las explotaciones mineras por explotar los yacimientos mineros generan gran cantidad de minerales,

residuos y efluentes que alteran el entorno siendo la fuente más importante del aumento de acidez en el agua, el pH inferior a 4 causa desaparición de vertebrados y microorganismos a esta añadida el vertimiento de agua residual y contaminación agrícola difusa, por lo cual se ha tornado problema para las comunidades científicas entre ellas tres son causas de su gravedad: los metales pesados no son biodegradables, los microorganismos y microflora lo retienen en sus tejidos que transmiten a otras especies y son clasificados como esenciales y no esenciales.(3)

Existen una gran problemática sobre contaminación de fuentes de agua por presencia de metales pesados, contaminantes que alteran sus propiedades, así como la disminución sobre este recurso lo cual genera impactos perjudiciales en este recurso afectando sobre su consumo y salud. Este recurso también es indispensable para la minería en sus procesos y saneamiento básico y para ser descargada al medio ambiente debe de seguir un tratamiento para no tener conflictos con otros usuarios del recurso ya que al no recibir tratamiento afecta considerablemente a las aguas superficiales como subterráneas y también sobre extensas áreas verdes. Las autoridades principales de la minera hacen una revisión de sus operaciones de forma colectiva para la gestión adecuada del recurso hídrico con respecto a los titulares, interesados y medio ambiente.(4)

La economía en América latina está centrada en la explotación continua de recursos minerales que concentran el 85%. las cuales están manejadas por empresas privadas extranjeras generando aportación directa sobre el empleo e ingresos a los contribuyentes, pero dejando a lado la aportación directa al estado y dejando costos ambientales se sufre de manera global. El agua que es utilizado en procesos de exploración, explotación, concentración y lixiviados afecta inevitablemente al medio ambiente, sobre el agua, suelo y aire por descargas de material tóxico, partículas finas y gases contaminados que son generados en los procesos que sigue el mineral y sobre el lavado de equipos y maquinarias como elementos más dañinos están el cianuro, ácidos sulfúricos, arsénico, plomo y mercurio. En México minería de tajo abierto San Xavier que explota oro y plata recurre por costo de producción al uso de explosivos altamente contaminantes y emplea metros cúbicos de agua a gran escala para depurar la roca volviéndola altamente tóxica. la Asamblea Nacional de Afectados Ambientales menciona que la minería de México solo destina el 0.5% y 1.5% de ventas para compensación ambiental, mientras que en Europa es el 3 y 5% de sus costos recurriendo a la prohibición de cianuro.(5)

Las operaciones mineras hacen uso indispensable del recurso hídrico entre sus procesos metalúrgicos son la mayor demanda y en segundo son la población residente en los campamentos

en donde se acude a aguas superficiales de lagos y ríos o acudiendo de forma cápsula a aguas subterráneas como el caso de la mina Yanacocha y Pierina que se abastecen de extracción de aguas subterráneas del subsuelo local. La acción de bombeo y desagüe de minas afectan a los acuíferos locales, la alteración en propiedades del agua, disminución de extinción de bofedales, descenso del caudal de ríos y riego los cambios en acuíferos se presentaron en minas subterráneas de la cordillera andina como los centros mineros de Quiruvilca, Pataz, Hualgayoc, Cerro de Pasco, Huancavelica, Morococha, Nazca, entre otros. La aplicación de tecnologías y cierre de minas comprende aspectos climáticos, geológicos, hidrológicos, económicos, sociales y ambientales, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) hace mención que en el Perú el 50% de concesiones tienen pasivos ambientales y de estos el 80% son prioritarios. Además, numerosas operaciones mineras que han sido abandonadas no efectuaron el plan de cierre de minas y de sus componentes la cual conlleva que, a no poder evitar el drenaje ácido de rocas, lixiviados y residuos de contaminantes.(6)

Según La ANA 21 ríos del Perú están contaminadas por residuos sólidos, relaves mineros y poblacional, entre sus procesos para la extracción de los minerales se realizan varios procesos que dañan considerablemente a los recursos naturales y agudiza el cambio climático ya sea en minería informal e ilegal incumplen con las normas técnicas, administrativas, sociales y ambientales, como el caso de la selva peruana que mayormente son mineras auríferas aluvial (oro que se extrae de los ríos) donde emplean métodos mecanizados para su extracción que en si están prohibidas por la gran contaminación que se presenta en las fuentes de agua, áreas protegidas, y especies endémicas del lugar.(7)

En denuncia ante OEFA se reporta contaminación por desemboque de relaves en río Retamas por minera Nuevo Horizonte que precede en varias comunidades del sector de la región La Libertad que fue presentado ante por el (OEFA) mencionando que la minería vierte sus relaves hacia el río Retamas, generando contaminación en la vegetación y los peces están llenos de metales, también mencionan que existe contaminación del aire por emanación de gases tóxicos, este problema también se presentó en 2016 Tayabamba, Chilia, Llacuabamba y Parcoy sobre graves daños ambientales reportados al OEFA que hasta la fecha no se encontró solución a la problemática.(8)

Parcoy como provincia de Pataz mencionan que la extracción minera a gran escala está deteriorando los recursos de la zona y afectando a la salud de la población, siendo el oro el material extraído de manera formal e ilegal más operadas en el sector. Estas operaciones causan enfermedades respiratorias y a la piel, en mención del OEFA señalan que la minería vierte sus relaves de manera

irresponsable sobre el río Retamas desembocando en el lago Pías. El problema encontrado es que a pesar que se evidencia contaminación por parte de mineras formales dichas mineras trabajan con licencia del estado de varias décadas a pesar de las denuncias la problemática aun continua por no haber solución.(9)

La U.E.A. Retamas tiene como yacimiento importante de Au en toda la región y parte del mundo” El Gigante” que se caracteriza por tener vetas de oro siendo explotado sosteniblemente desde hace más de 35 años. El Gigante se localiza en la franja del Batolito de Pataz que está en la cordillera nororiental del Perú provincia Pataz – región La Libertad a una altitud de 3900 m.s.n.m. anexo de Llacuabamba, distrito de Parcoy que forma parte de la franja nororiental del Batolito de Pataz. El agua residual proveniente de la actividad en mina, que incluye el relleno hidráulico 100% relaves, es tratada en plantas de tratamiento de PTARM Las Chilcas y PTARM Far West R-2, para su descarga por los puntos de vertimiento autorizados E-11 y E-20.(10)



Figura 1. Ubicación del centro minero

Fuente: (Google Maps 2023)



Figura 2. Mapa de ubicación PTARM Far West

Fuente: Elaboración propia

		MATRIZ DE POLÍTICA Y OBJETIVOS DE MEDIO AMBIENTE DE LA UEA RETAMAS							SISSOMAC	
Año:		2023						Cód.: M-GI-1-F1		
								Ver.: 4		
								Pág.: 1 de 1		
Política	Objetivo	Meta	Indicadores	Actividades	Parámetro de Medición	Meta de la Actividad	Responsables	Frecuencia de Ejecución	Plazos	
2.-Asegurar el cuidado, protección del medio ambiente, previniendo la contaminación ambiental, implementando estrategias frente al cambio climático y promoviendo el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.	2. Incrementar el reuso de las aguas residuales tratadas en la U.E.A. Retamas.	2.1 Incrementar a 25,000 m ³ el volumen del reuso de agua residual tratada en la U.E.A. Retamas.	m ³ de agua para reuso/año	1. Mejorar la infraestructura de reuso de agua tratada de la PTARM Far West: - Ampliar la línea de conducción de agua con tubería de mayor capacidad.	(Nº de Actividades Ejecutadas / Nº de Actividades Programadas) x 100	100%	Jefe de Medio Ambiente	Trimestral	Dic. 2023	
				2. Mejorar el sistema de riego por bombeo desde la PTARD Las Chilcas hacia el Depósito de Desmonte Las Chilcas: - Ampliar la red de tuberías y/o mangueras de riego a todo el componente. -Incrementar las zonas de riego con agua tratada a través de Cisterna.	(Nº de Actividades Ejecutadas / Nº de Actividades Programadas) x 100	100%		Trimestral	Dic. 2023	

Figura 3. Matriz de objetivos de medio ambiente UEA Retamas

Fuente: Marsa (objetivos ambientales)

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el método de coagulación y floculación en la reducción de la turbidez de drenaje minero (DAM) de la empresa aurífera Retamas?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la dosis óptima de coagulante y floculante en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa Aurífera Retamas?
- ¿Cómo influye el caudal efluente en la reducción de la turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa aurífera Retamas?
- ¿Cómo influye el pH en la reducción de la turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa aurífera Retamas?
- ¿Cómo influye la conductividad en la reducción de la turbidez en el tratamiento drenaje minero (DAM) de la empresa aurífera Retamas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Reducir la turbidez de las aguas residuales mediante el método de coagulación y floculación en el drenaje minero (DAM) de la empresa la minera aurífera Retamas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la dosis de coagulante y floculante en la reducción de turbidez el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.
- Determinar la influencia del caudal del efluente en la reducción de turbidez en tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.
- Determinar la influencia del pH en la reducción de la turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.
- Determinar la influencia de la conductividad en la reducción de la turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación social

Esta investigación tiene como propósito la reducción de concentración de metales pesados hasta los parámetros óptimos permisibles según los LMP del DS 010-2010-MINAM señalados por el Ministerio del Ambiente para su descarga en el río Retamas la cual nos ayudará a prevenir conflictos con la población por contaminación del cuerpo receptor y alteración de la calidad del agua para su uso pertinente de los residentes de la localidad de Retamas.

1.4.2. Justificación económica

La importancia de dicho trabajo de investigación influye sobre el consumo de insumos químicos que se emplean en el tratamiento de efluentes del drenaje, por lo tanto, un adecuado tratamiento y uso eficiente de insumos, ayudaría a reducir los costos y presupuestos con una mayor eficiencia en los tratamientos. El trabajo ayudará a la mejora de posibles problemas que pueden surgir en futuras alteraciones del agua donde el mal tratamiento podría ocasionar multas o sanciones por entidades del Estado la cual daría pérdidas económicas a la U.E.A. Retamas.

1.4.3. Justificación ambiental

Esta investigación generará impacto positivo sobre la reducción de sólidos totales disueltos, concentración metales en el agua e incrementar a 24,000 m³ el volumen del reúso de agua residual tratada como objetivo trazado en la U.E.A. Retamas y así aportar considerablemente a la huella hídrica y ser apto para las actividades que la población lo ve a pertinente según categoría de cuerpo receptor, para así alcanzar lo propuesto en el ODS 6 Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. Los conocimientos adquiridos con esta investigación se esperan sean aplicados en otras operaciones para su adecuada dosificación del agua residual de mina y así ayudar a alcanzar los objetivos propuestos en medio ambiente por cada unidad minera responsable.

1.5. Delimitación del proyecto

Por el lado geográfico pertenecen al cinturón orogénico del Batolito de Pataz, abarca departamento La Libertad, provincia de Pataz, distrito Parcoy, caserío: Llacuabamba y por el ámbito de producción huésped de vetas de oro que se explotan en la región se muestra rasgos característicos de erosión glacial y fluvial, con características topográficas muy variada y accidentada, el estudio se hará en los años 2022 al 2023.

1.5.1. Importancia

La importancia de esta investigación da a conocer una adecuada operación en la planta de tratamiento mediante la dosificación óptima de los insumos, empleados en efluentes de drenaje minero, para así evitar el uso innecesario de insumos en beneficio a reducir los costos en su adquisición y también aportando a la huella hídrica para las futuras generaciones.

Además, beneficiará a otras compañías mineras, en la implementación sobre el tratamiento de agua residual de acuerdo con las propiedades del agua, eso ayudará a poder tratar el agua con las características adecuadas en cumplimiento de los Decretos Supremos (DS. 010-2010 MINAM y el DS.003-2010 MINAM) dispuestas al cuerpo receptor.

1.6. Limitaciones de la investigación

Los estudios se desarrollaron en el distrito de Parcoy, provincia de Pataz de la región La Libertad, ubicado la compañía minera aurífera RETAMAS, los procesos de operación y monitoreo de parámetros se vienen dando por parte de la empresa Sodexo Perú S.A.C.

El presente trabajo de investigación se desarrolló mediante análisis constante desde el periodo de junio del 2022 al mes de marzo del 2023, ejecutando los procesos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento Far West.

Así también, debido a que los resultados de monitoreo comenzaron a variar por el cambio de las características iniciales del agua se tuvo que realizar pruebas de campo. Se tuvo que realizar control de pazo del efluente para adecuada función de la PTARM. Realizar a adecuada función por parte del operador de la planta en procesos de Coagulación – Floculación – Sedimentación – Filtración con la capacidad total de la planta es de 1,144 m³.

1.7. Hipótesis e identificación de variables

1.7.1. Hipótesis

1.7.1.1. Hipótesis general

El método de coagulación y floculación influye significativamente en la reducción de la turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.

1.7.1.2. Hipótesis específica

- La dosis de coagulante y floculante influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.
- El caudal del efluente influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.
- El pH del efluente influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.
- La conductividad del efluente influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.

1.7.2. Identificación de variables

1.7.2.1. Variable independiente

- Coagulante, “Sustancia utilizada para alterar las cargas eléctricas de las partículas suspendidas en el agua, generando que las partículas se junten entre ellas para formar partículas mayores y así precipitar”(11)
- Floculante, “Neutraliza las cargas electrostáticas de los contaminantes formando flóculos mediante la colisión y adherencia de las partículas coaguladas, permitiendo aumentar la dimensión y peso para sedimentar los flóculos mediante constante agitación”(12)

1.7.2.2. Variable dependiente

- Turbidez, “Es el aspecto del agua por la presencia, concentración e intensidad de elementos que definen la condición del agua, así como otros líquidos, presentándose como materia en suspensión, sedimentos, coloides, pequeños organismos, algas y sustancias químicas que restringen el paso de la luz solar”(13).

1.7.3. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Definición conceptual	Indicador	UNID	Instrumentos
Independiente Coagulante y floculante	Aplicación de coagulante (cloruro férrico)	Sustancia utilizada para alterar las cargas eléctricas de las partículas suspendidas en el agua, generando que las partículas se junten entre ellas para formar partículas mayores y así precipitar.	Coagulación de los sólidos suspendidos	ml/s	Bomba dosificadora de cloruro férrico
	Aplicación de floculante (Paestrol 851 BC)	Neutraliza las cargas electrostáticas de los contaminantes formando flóculos mediante la colisión y adherencia de las partículas coaguladas, permitiendo aumentar la dimensión y peso para	Floculación de los sólidos suspendidos	ml/s	Balanza Jarra graduada

		sedimentar los flóculos (constante agitación)			
Dependiente Turbidez del agua	Parámetros físicos del agua	Es el aspecto del agua por la presencia, concentración e intensidad de elementos que definen la condición del agua presentándose como materia en suspensión, sedimentos, coloides, pequeños organismos, algas y sustancias químicas que restringen el paso de la luz solar	Turbidez	NTU	Turbidímetro

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Kingsley Iwuozor. (14), en su trabajo de investigación, menciona que la coagulación-floculación es método para el tratamiento del agua mediante aplicación de procesos con la adición de cloruro férrico para desestabilizar el material coloidal, la característica de las aguas residuales de tipo industrial tienen presencia de metales pesados, químicos y turbidez elevado, siendo la presencia de plomo en el agua uno de los contaminantes que afecta mayormente a la salud de las personas, señalando como resultado la reducción de parámetros de TSS, turbidez, color y DQO consiguió un grado adecuado de remoción empleando pruebas de laboratorio tomando en cuenta variables para eficiencia en el proceso de coagulación-floculación en tipo de químico, dosis, pH, concentración del coagulante, dosis de químico, tiempos de punto de dosificación, intensidad y duración de la mezcla, velocidad de gradiente y agitadores utilizados. Para una adecuada optimización del floculante mediante el control molecular, peso y densidad del polímero para la tener diferentes mecanismos de floculación. Se recomienda para unas futuras investigaciones ver la calidad de carga, luz y densidad para la relación entre la floculación en su mejor aplicación en el tratamiento y reducir el costo del uso convencional de químicos.

Nuralhuda Jasim y otros. (15), en su trabajo de investigación menciona que la elevada turbidez es un gran problema para el tratamiento del agua, para lo cual se emplean químicos con la finalidad de realizar los procesos de coagulación y floculación en aguas turbias que presentan moléculas, plancton y coloides. Se hace análisis de la eficiencia de tres tipos de coagulantes para reducir la turbidez presente con sulfato de aluminio (alumbre), cloruro férrico y el policloruro de aluminio (PACL) a muestras de río a niveles de superficie del agua 60, 120, 180, 240 y 300. Teniendo como resultado que la eficiencia de eliminación de turbidez es mayor aplicando el policloruro de aluminio, pero también se dedujo que el cloruro férrico es mucho más eficiente que el sulfato de aluminio en diferentes niveles del agua, también se demostró que el uso del coagulante natural poliacrilamida y capa de nuez en combinación con los tres químicos tienen mayor eficiencia de reducir la turbidez, combinación de PACL con

poliacrilamida eliminan turbidez de 22.8 y 25.7 NTU al igual que PACL con capa de nuez en turbidez de 20.7 y 21 NTU para la mezcla el uso de poliacrilamida tuvo un mejor resultado que los demás coagulantes en 5 minutos de mezcla ya presentaba flóculos grandes y facilidad de sedimentación de lodos con bajo contenido de agua y mayor densidad para retirar fácilmente. La investigación es muy relevante porque induce a aplicar tipos de coagulante para conocer qué tan eficiente es en el control de la turbidez y más el aumento de su eficiencia añadiendo coagulante de tipo natural que mejoran los resultados en el tratamiento.

Bravo Gallando. (16), en su trabajo de investigación hace análisis del coagulante y floculante como insumos químicos de origen natural para reducir la turbiedad del agua, colorantes presentes, sólidos en suspensión y metales en el agua. Plantea como objetivo hacer análisis detallado del insumo natural sobre la reducción de parámetros de contaminación presente en sus 3 aspectos. A través de métodos de recopilación de información por medio de fuentes bibliográficas de origen primario y secundario. Obteniendo como resultados que los estudios sugieren que los coagulantes naturales y los floculantes de origen vegetal pueden ser eficaces para eliminar los metales pesados, sólidos en suspensión, turbiedad del agua y los colorantes presentes en el agua residual. Asimismo, recomiendan los autores sugieren que la interacción del coagulante de cadenas catiónicas y cargado negativamente de las moléculas del colorante y del surfactante se intensifica a un pH ácido. Esta investigación es relevante porque da a conocer las distintas sustancias que se aplica en remediación de agua residual lo que demuestra que, con la aplicación, pudiendo ser el coagulante y floculante natural una alternativa viable para desarrollar tecnologías de tratamiento de agua sostenibles y ecológicas.

Onen Vildan. (17), en su trabajo de investigación se utilizaron diferentes métodos de coagulación y floculación para conocer el comportamiento de la sedimentación de aguas residuales de travertinos provenientes de una planta procesadora de mármol en Konya-Turquía con presencia de gran cantidad de sólidos y elevada turbidez. Para la prueba se empleó cuatro tipos de coagulante $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, PACl, $NaAlO_2$ y seis de floculante y tres tipos de materiales naturales (sepiolita, zeolita y piedra pómez) para el tratamiento de aguas con turbiedad de 570 a 880 NTU teniendo en cuenta la dosis de aplicación, velocidad, tiempo de mezcla, sedimentación y pH. Se obtuvieron como mejor resultado la aplicación de 40% de floculante aniónico-catiónicos con 99.3% de remoción a 4 NTU, zeolita con 99.1% de remoción en 8 NTU y $FeCl_3$ con remoción de 97.8% teniendo 18 NTU, se compararon también

las propiedades del lodo, densidad del lodo (g/cm^3), velocidad de sedimentación (mm/min), sólidos suspendidos (mg/L) y sólidos del lodo (%) logrando una sedimentación adecuada con el pH de 7.5. Se definió que la mayor eficiencia de floculación de aguas residuales de travertinos fue la zeolita en término de eliminación de turbidez como también en la calidad de lodo. Se recomienda realizar mayores estudios sobre el uso y reciclaje de lodos para dar valor agregado a estas materias que son generados por las industrias.

Obidike Lorenzo y Madigoe Ezequiel. (18), en su artículo científico se desarrolló y optimizó el tratamiento del agua mediante un diseño experimental en la relación que presenta la dosis de coagulante y floculante hacia la turbidez y eliminación total de sólidos disueltos. Para los análisis se emplearon siete tipos de coagulantes incluidas el cloruro férrico y sulfato de aluminio, para la etapa de floculación se empleó Floc858 y Floc887 a las muestras obtenidas de una red de alcantarillado de la central eléctrica Matla en Sudáfrica con características referente a los parámetros de turbidez, PH y sólidos disueltos. Teniendo como resultado una eficiencia en eliminación de turbidez y TDS con 93.3% y 23.2% en una dosis adecuada, entre los siete coagulantes se dedujo en más y menos eficiente para el tratamiento, siendo el menos eficiente el U6000 con 25% de eliminación de turbidez y el U6750 se demostró que es el más eficiente para eliminar la turbidez desestabilizando de partículas coloidales con 90%. Se deduce que la eliminación de la turbidez presente se debe a la concentración de dosis a mayor dosis, mayor es la reducción de turbidez, sin llegar a la sobredosis para el tratamiento del agua en sus procesos de físico-químicos para sus procesos de tratamiento.

Carlos Vazá y otros. (19), En su trabajo de investigación, plantea como objetivo el demostrar que tan eficiente es el coagulante natural de flor de Musa sp que, empleado en el proceso para la reducción de turbidez en efluentes de procesamiento de hierro en desechos de la industria minera, se tomó en cuenta el proceso de coagulación-floculación en la separación de minerales finos adheridos a la sílice para realizar una reutilización del agua en los procesos de hierro en porcentaje presente de 15 y 35%. La metodología empleada es de superficie de respuesta para verificar la influencia de factores mediante la construcción de un modelo, realizando la prueba en frascos para conocer la influencia de pH, coagulante y agitación para reducir la turbidez del agua. Teniendo como resultado que a partir del modelo construido eliminar la turbidez mediante algoritmo gradiente en concentración de turbidez inicial de 86500 NTU en eficiencia de 97.58% mediante la aplicación del coagulante natural extracto de Musa usado en coagulación

y floculación. La aplicación del coagulante natural tuvo buenos resultados en reducción de turbidez como una gran ventaja en su uso de a *Musa sp* recomendado en su aplicación y para comparación con los coagulantes inorgánicos.

Seyyede Azimi y otros. (20), en su presente trabajo de investigación, se hizo el análisis de la eficiencia de reducción de turbidez y demanda química de oxígeno (DQO) mediante la combinación de procesos de coagulación-floculación-decantación-fenton en la industria maderera para ser comparado con los límites de estándar de Irán. El enfoque es de tipo experimental para el tratamiento del agua donde se analizó tres tipos de coagulantes entre ellos el sulfato de aluminio, cloruro férrico y policloruro de aluminio y como floculante se empleó la poliacrilamida (PAM). Se obtuvo como resultados que el uso de cloruro de polialuminio consigue una eficiencia de reducción de turbidez a 82.0% y de 84.1% en reducción de DQO en los tres primeros procesos de coagulación-floculación-decantación y para el proceso de fenton se empleó una metodología de superficie de respuesta (RSM) que dio resultados de turbiedad y DQO de 94.1% y 72.5% en la condición de ($[Fe^{2+}] = 250 \text{ mg/L}$, $[H_2O_2] = 500 \text{ mg/L}$, pH 3.5, tiempo 60 mín.). se deduce que la combinación de los cuatro procesos de tratamiento para reducción de turbiedad y DQO es considerado un método eficiente para tratar aguas de la industria maderera.

Agostina Chiavola y otros. (21), en su artículo científico señala el tratamiento de agua potable mediante el método de coagulación-floculación-sedimentación-filtración y desinfección para eliminar la turbidez considerado contaminante principal y así optar en el cumplimiento de ODS 6. Plantea como objetivo realizar adecuado tratamiento del agua empleando principalmente el proceso de coagulación-floculación. El artículo da a conocer un enfoque combinado de modelado experimental para eliminar la turbidez para así emplearlo a escala en una planta de tratamiento de agua potable, en las pruebas se buscó conseguir la dosis adecuada y el mejor tipo, lo cual demostró que el cloruro de polialuminio (PAC) es más eficiente a unas dosis bajas en 90% a 3.5 mg/L de PAC; 88% a 18.9 mg/L de polielectrolitos PACS y 77% a 30 mg/L de FeCl, con respecto a los análisis se tomó como referencia a bases de datos históricos de turbiedad del efluente, afluente y caudal de afluente para construir un algoritmo mediante modelos de regresión y análisis estadístico para aplicar el tipo de coagulante sus resultados donde en las muestras del afluente presentaron valores promedio de 15 y 17 en turbidez siendo el más alto de 24 y el más bajo de 1.7, con respecto a los demás parámetros se tuvo los rangos

de pH 7.6-8.1; conductividad 390-1238 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 185-544 aluminio total mg/L; 1.3-209 aluminio filtrado mg/L; 0.74-3 DQO mg/L; 0.5-14 SST mg/L. se deduce que mediante un enfoque combinado de modelo experimental aplicado a gran escala para una planta de tratamiento haciendo uso del coagulante adecuado cloruro de polialuminio PAC en dosis de 3.5 mg Al_2O_3 /L permitió optimizar la eliminación de turbidez, mientras que el uso de polielectrolitos no tuvo resultados adecuados en el tratamiento.

Yu Kang y otros. (22), en su artículo científico se empleó el uso de un floculante microbiano al coagulante cloruro férrico para realizar pruebas experimentales sobre el agua de limo de carbón en su etapa de coagulación y floculación. Para ver sus resultados se hicieron análisis de efectos que tiene la dosis de PAFC, biofloculante, DQO, pH y turbidez. El objetivo es si coagulante-biofloculante puede lograr una mayor tasa de eliminación de la turbidez. Teniendo como resultado las mejores condiciones para eliminar la demanda química de oxígeno, turbidez en el agua fangosa eran una dosis de 37,5 mg/L de cloruro férrico de polialuminio, una dosis de 0,75 mg/L de biofloculante y un pH de 7,0. Los factores que más influyeron en reducción de turbidez y en la eliminación de COD se identificaron como potencial de hidrogeno y la dosis de PAFC. En otro estudio se comprobó que la combinación de PAFC y biofloculante puede eliminar eficazmente la turbidez y la carga orgánica presente en el agua superficial. Las herramientas de ingeniería de reacción de polímeros se pueden utilizar para diseñar floculantes poliméricos multifuncionales.

Ana Morales y otros. (23), en su artículo científico el estudio utilizó datos experimentales para construir un modelo de red neuronal para la clarificación del agua, con variables como el pH, la turbidez, conductividad eléctrica, dosis de floculante y color del agua cruda. El modelo se validó y optimizó fue mediante técnicas de optimización no lineal con eficiencia del modelo se probó utilizando la correlación de chi-cuadrado como valor de referencia en el nivel de confianza del 90%. El coagulante que se empleó en el tratamiento es el sulfato de aluminio y como floculante se empleó la poliacrilamida aniónica, para su mezcla se hizo a una velocidad de 100 rpm y reduciéndolo a 40 rpm para la mezcla lenta del floculante. El uso de coeficiente de correlación de Pearson da a conocer el índice de correlación que existe entre las variables de dosis de coagulante con relación a turbiedad de agua, pH, color de muestra, conductividad eléctrica y dosis del floculante que a su vez fue empleado mediante una matriz de correlación, que se indican en valores de relación a 0.757, 0.615, 0.712, 0.743 y 0.404. Los resultados

demuestran la prueba de coagulación empleando es mediante el uso de sulfato de aluminio en respuesta de manera positiva a tener un índice de calidad de agua adecuado que se tiene después de añadir el sulfato de aluminio, también se observan en los parámetros de color, sedimentación, pH y turbidez que este a su vez disminuye considerablemente, pero en el tratamiento la variable que tuvo aumento es la conductividad eléctrica.

Adedoja Owodunni y otros. (24), en su artículo científico señalan que los coagulantes químicos como el alumbre, las sales férricas y los derivados de la poliacrilamida se utilizan en el tratamiento del agua, pero con ello tiene efectos perjudiciales a un largo plazo que afecta sobre el medio ambiente y al ser humano que se encuentra involucrado. En el estudio se investigó el uso de nuevas semillas de leguminosas (judías verdes, gandules) y frutos (tamarindo indica, palmera datilera) como coagulantes para eliminar la turbidez del agua residual. Teniendo como resultado el extracto de agua destilada de garbanzo (PP) mostró la mayor eliminación de turbidez, con un 81,12%, mientras que la palma datilera (DS) tuvo el rendimiento más bajo, con un 62,54%. El extracto de PP con NaCl fue el que obtuvo la mayor eliminación (94,62%), seguido del tamarindo indica (TI), con un 76,08%. Se encontraron que las dosis óptimas para las judías verdes, el tamarindo indica, el gandul y la palmera datilera eran de 50, 40, 10 y 70 ml/L, respectivamente, con valores de pH óptimos de 3, 1, 3 y 1. Se recomienda el uso de extracto de solución salina de semillas como el mejor en cuanto a disponibilidad y eficacia en la eliminación de turbidez para los fertilizantes, industria minera y el tratamiento de agua residual ácida.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Charapaqui Ancasi. (25), en el artículo analiza varios tipos de uso que se le da a la materia orgánica, también derivados de compuestos generados por actividades humanas y sobre los que se generan durante la desinfección. Estos compuestos contribuyen a la formación de flóculos más compactos y densos en los coagulantes, que pueden atrapar un mayor número de partículas. A través de métodos se ha utilizado el científico de tipo experimental en la investigación, para así conocer los efectos que tiene el uso de coagulantes y floculantes sobre la calidad del agua teniendo en cuenta los parámetros físicos-químicos. Se han establecido relaciones causa-efecto para explicar los resultados obtenidos. Se realizaron pruebas en jarras para teniendo en cuenta la dosis que se aplicará de coagulante y floculante en cada combinación, lo que arrojó valores de 1,7 NTU y 3,2 NTU del Pt Co cuando se aplicó el uso de sulfato de aluminio (27,9 mg/L) y

goma de tara a (3 mg/L) para tratar el agua cruda del depósito. Asimismo, se recomienda continuar con los análisis periódicos de los parámetros microbiológicos, físico y químicos, como aquellos parámetros que pudiesen estar por encima de los límites del ECA del agua, que tienen comportamiento variable en épocas distintas del año, lo que conlleva a realizar seguimiento continuo de variación en el agua en el embalse Cuchoquesera. Esta investigación es relevante porque nos ayuda a conocer la mejor combinación de dosis que permite remover los sedimentos mediante procesos fisicoquímicos en procesos de floculación y coagulación.

Chávez Villanueva y Salazar Torres. (26), el artículo de investigación analiza dos tipos de dosis en sulfato de aluminio y cloruro polialuminio para realizar el tratamiento de efluente minero. Los análisis la dosis adecuada de sulfato de aluminio que se aplicó es de 27 mg/L, teniendo como resultado en aplicación de la dosis una turbidez de 1,51 NTU adecuado, mientras que la dosis óptima para el uso de cloruro de polialuminio es 0,5 mg/L, lo que resulta en una turbidez de 1,15 NTU. A través de método del proyecto de investigación se aplicó el experimento en laboratorio. Con los análisis se pudieron realizar 8 tipos de pruebas para verificar cual es la dosis adecuada con uso de sulfato de aluminio y policloruro de aluminio en reducir la turbidez en cada muestra del efluente de mina. El resultado indica que el sulfato de aluminio como el cloruro de polialuminio son floculantes eficientes en el tratamiento, ya que permiten reducir la turbidez en cada muestra de agua de minas con promedio 10 NTU. El nivel de pH también se mantiene dentro de los límites establecidos. El uso de sulfato de aluminio tiene una eficiencia de 79,73%, mientras que la del cloruro de polialuminio es del 87,95%. Asimismo, se recomienda el uso correcto como agente de floculación al sulfato de aluminio sobre el tratamiento de aguas que tienen una turbidez moderada. Sobre las aguas que tienen una turbidez por debajo de los 20 NTU se debe usar el policloruro de aluminio para control de turbidez y su sedimentación. Esta investigación trascendente porque señala que tan eficiente es el uso de estos insumos químicos en el tratamiento del agua sus características, grado de contaminación que se tiene los efluentes de mina y un claro indicador para identificar los efectos positivos fue en la reducción de turbidez del agua por debajo de los LMP.

Uriarte Ortiz. (27), el artículo estudio de caso sobre la extracción de contaminantes de la minería Contonga enfocado en el Zinc haciendo uso de coagulante y floculante, se plantea el objetivo de evaluar ver que tan eficiente es la coagulación y floculación en reducir concentración de Zinc en el agua contaminada por la actividad minera de Contonga, y así poder

evitar problemas que afecten considerablemente al entorno y a la salud humana. Los hallazgos del estudio muestran que se cumplieron los criterios de calidad y rigor científico propios de la investigación cualitativa, lo que permitió realizar un análisis inductivo y hermenéutico de los datos y obteniendo como resultados que la operación y mantenimiento del control en los sistemas de dosificación, es valioso referente a un proceso y rendimiento de la PTAR en las etapas de coagulación y floculación por lo que el sistema de dosificación debe de abarcar la integración de programas sobre adecuado mantenimiento preventivo, se debe de reemplazar unidades alternas sobre la desinfección y procesos de coagulación, es indispensable realizar una evaluación inicial de la condición actual de los equipos e infraestructura antes de realizar la operación donde se ubican la dosificación. Asimismo, recomiendan que la gerencia en asuntos ambientales, en coordinación con los encargados del área correspondientes de la mina Contonga, diseñe e implemente un sistema de tratamiento adecuándolo a la coagulación y floculación para remover presencia de zinc de los efluentes mineros. Esta investigación es referente porque nos da a conocer por medio de estudios de expertos el uso de coagulante y floculante para la generación de flóculos en la colisión de partículas que ayuden a mejorar los procesos en su importancia de mezcla de los insumos hasta la sedimentación de estos flóculos.

Godoy Briones. (28), el artículo de investigación tiene como objetivo realizar una comparación sobre la reducción de parámetro de turbidez empleando floculante comercial en sus procesos y también con el uso de paleta de tuna en la purificación del agua. El artículo menciona que tan importante es considerar factores como el pH y la turbidez para optimizar el proceso de coagulación. El proceso que se emplea implica el uso de coagulante para realizar la hidrólisis, como la formación de compuestos poliméricos, desestabilización de partículas y las cadenas poliméricas por la absorción de coloides y obteniendo como resultados que al aplicar el floculante paleta de tuna se tuvo resultados en disminución de turbidez hasta los 3.34 NTU con una velocidad de mezcla en 50 RPM por minuto a una dosis de 10 mg/600ml. Asimismo, recomiendan realizar plantaciones de paleta de tuna para la conservación de este recurso y realizar más análisis en las siguientes investigaciones sobre el tratamiento de agua residual y sobre todo evitar que el crecimiento poblacional pueda ocasionar impacto negativo sobre el recurso que pueda desaparecer. Esta investigación es importante porque compara los dos tipos de pruebas con respecto al uso de floculante natural y comercial, dando resultados favorables en el uso del floculante de origen natural sobre la reducción de la turbidez del agua.

Quispe Mijael. (29), en su trabajo de investigación plantea como objetivo determinar la relación que existe en la aplicación de coagulante–floculante en la reducción de concentración de turbidez en aguas residuales generadas por la explotación minera de la Compañía Minera Casapalca U.E.A. Con respecto a la metodología se empleó la investigación deductiva en un diseño pre–experimental haciendo análisis de siete puntos de muestreo en interior mina y recolectando información por entrevistas para análisis mediante prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y ANOVA. Se tiene como resultados que el uso adecuado mensual de coagulante y floculante de tipo MT–8834 y MT–6506 con una cantidad de 84 kg y 42 kg alcanzaron a reducir su consumo de 4:1 y 3:1, como también en el adecuado tratamiento del punto muestreo. Se concluye que el uso de la metodología en dosificación adecuada mediante uso de reactivos tuvo buenos resultados referente a control de turbidez y solidos suspendidos totales con ($r^2=0.960$) en la optimización de procesos de tratamiento de la Compañía Minera Casapalca. Se recomienda realizar investigación teniendo en cuenta los pasivos ambientales y enfocados al ECA para ser comprobados con respecto al Área de Influencia Directa (AID).

Tucto Ambrosio. (30), en su trabajo de investigación trata sobre el adecuado tratamiento del agua como fuente vital para la salud de la población, y enfoca sobre la reducción de parámetros como partículas suspendidas y turbidez del agua ácida, se plantea como objetivo la optimización del insumo de floculante en el tratamiento del agua para control del aluminio y manganeso presente, se empleó el diseño investigación es experimental realizando la prueba de jarras para así tener como resultado que el valor obtenido para remoción de turbidez se realizaron a partir de pruebas experimentales para conseguir la dosis optima de floculante que se aplica en aguas ácidas, con ello se pudo obtener la concentración adecuada en remoción de turbidez en valor de 99.82% con un tiempo de reposo de 5 minutos. Se sugiere realizar para otros estudios de la unidad minera Orcopampa profundizar más investigaciones relacionadas con la eliminación de aceites y grasas en distintos efluentes que se generan por actividades mineras – metalúrgicas Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM. Esta investigación es importante porque hace una comparación entre los resultados de la compañía minera y las pruebas de laboratorio en la disminución de turbidez del agua.

Caruajulca Díaz. (31), en su presente investigación plantea como objetivo comprobar la eficiencia de coagulación del cloruro férrico en comparación con el sulfato férrico para eliminar la turbidez de los efluentes residuales en originados en la industria alimentaria de Santa María

de Huaura. La metodología que se aplicó es de tipo aplicada de nivel explicativo, para los análisis de datos se desarrolló mediante técnicas estadísticas y pruebas experimentales para poder tener la dosis adecuada de coagulante que se empleará en el tratamiento de aguas residuales de la compañía Redondos. Los resultados señalan que se logró obtener diferencias significativas entre la capacidad de remoción de turbidez haciendo uso de coagulantes que ayuden a reducir el grado de turbiedad cuyos niveles en la planta alcanzaron valores de 97,50% y 97,00% aproximadamente”. Asimismo, se recomiendan precisar con más detalles los parámetros adecuados para así determinar la relación que se tiene sobre la dosis adecuada del cloruro férrico y grado de remoción de turbidez mediante análisis de diferentes dosis de coagulante y tiempos que se puede aplicar para analizar la concentración adecuada de dosis-tiempo la sedimentación y formación de flóculos, lo cual ayudará a validar en planta las pruebas de jarras que se hizo sometiendo a pruebas y monitoreos constantes. Esta investigación es relevante porque hace una comparación de dos tipos de coagulantes y ensayos de laboratorio para saber las dosis adecuadas de dosificación.

García Campos y Zevallos. (32), en su investigación plantea como objetivo del estudio en realizar mejoras en la coagulación y floculación mediante la aplicación de fosfato diácido de potasio y cloruro férrico con la finalidad de reducir la concentración de contaminantes en el agua generadas en el camal Conchucos, Lima. Se presenta como investigación aplicada y con diseño experimental, que se basa en los conocimientos adquiridos para así resolver problemas de manera práctica, analítica y que explica cómo optimizar el proceso de coagulación-floculación mediante la aplicación de concentración de fosfato diácido y cloruro férrico para poder tratar los contaminantes. Los resultados señalan que las condiciones óptimas logro alcanzar valor de 700 mg/L mediante la aplicación de dosis de cloruro férrico y 900 mg/L con el uso de fosfato diácido, a una velocidad de 320 rpm y una menor a 100 rpm para minimizar la concentración a un valor de 50,75% de DQO, del 83,47% de la turbidez y del 44,08% de fósforo total presente, con una deseabilidad de 0,7. Por último, se recomienda realizar dos o más réplicas por cada tratamiento y mayor repetición por cada toma de muestra que se logre para los valores de R^2 en los modelos estadísticos y así disminuir el porcentaje de error los análisis estadísticos. Esta investigación es relevante señala parámetros de evaluación en dosis de cloruro férrico, fosfato y velocidad de agitación para lograr una condición adecuada de tratamiento.

Huamán Borja y Romero Aquino. (33), en su trabajo de investigación de tratamiento de drenaje ácido de minas mediante el uso de fosfato dipotásico haciendo uso el proceso de coagulación y floculación. Plantea como objetivo el determinar los procesos de tratamiento haciendo uso del método de coagulación y de floculación con fosfato dipotásico trata de manera eficiente las aguas de efluente ácido de minas distrito de Viso Creek en San Mateo. La investigación consistió en tres etapas: caracterización del drenaje ácido de la mina, tratamientos utilizando la prueba en jarra con fosfato dipotásico como coagulante y caracterización posterior al tratamiento del drenaje de ácido de la mina. A través de método analítico ya que a partir del conocimiento general se va la realización de la distinción, clasificación y conocimiento de los distintos elementos de uso esencial para formar parte de ella y de las correlaciones que puedan consistir entre sí. Obteniendo como resultado que la eliminación de metales presentes de (Pb, Cd, Cu, Cr, Ni y Co) en el agua potable mediante la oxidación-coagulación-absorción a un pH optimizado, reducción de concentración de efluente ácido de minas haciendo uso de la pasivación de superficie de la pirita. Se recomienda análisis detallado de cuál es la adecuada dosis sobre el uso de fosfato dipotásico para ayudar a nuevas investigaciones a realizarse para llegar al grado óptimo de remoción de turbidez que se pueda alcanzar y en los metales pesados presentes en condiciones similares.

Gomes Ramos y Paytan Huayllani. (34), en su trabajo de investigación que se hizo tuvo como objetivo analizar la concentración adecuada en tratamiento del agua mediante la aplicación de *Opuntia floccosa* en la remediación de efluentes con concentración de plomo y hierro. Por medio del estudio se utilizó un diseño cuasiexperimental y una metodología aplicada, extrayendo el coagulante de la *Opuntia floccosa* y realizando operaciones unitarias como secar, moler y tamizar para obtener un producto pulverizado. El método de coagulación se hizo mediante una velocidad de 100 RPM durante 2, 5 y 8 min, con dosis de concentración de coagulante de 10, 20, 30, 50 y 70 ppm. La floculación se realizó a velocidad de 50 RPM durante 2 minutos, seguida de la sedimentación en un tiempo de 60 minutos. Los resultados señalaron que el tratamiento con mayor eficacia para eliminar el hierro y el plomo fue estadísticamente significativo, lo que indica la existencia de un tiempo y una concentración específicos para eliminar al máximo estos metales. Se recomienda emplear nuevas concentraciones y tiempos variados para nuevos monitoreos con el fin de identificar nuevos tratamientos que se puedan emplear con la finalidad de mejorar la base científica haciendo uso de *Opuntia* como medio de

tratamiento para los contaminantes de hierro y plomo así resolver los problemas ambientales sobre tratamiento de efluentes contaminados en la región de Huancavelica.

Inofuente Mamani. (35), en su investigación plantea como objetivo la evolución de tratamiento de aguas generadas por actividades de minería artesanal San José de Quispipata, empleando reactivos químicos en coagulante y floculante. La investigación uso la metodología de tipo experimental en donde se usó la recomendación de la tecnología CEPIS, para determinar cuál es la dosis adecuada en la remoción de turbidez y solidos presentes del efluente. Teniendo como resultado que el tratamiento que se empleó en conjunto del sulfato de aluminio con la adición de floculante aniónico logro tener una eficiencia sobre la remoción de contaminantes en 99.99, 99.44, 99.84, 99.70, 94.55 y 60.98 % en parámetros de arsénico, turbidez, aluminio, Cromo (+6), cadmio, plomo y mercurio. Se recomienda utilizar un adecuado tratamiento haciendo uso de coagulante químico más la adición de floculante catiónico u aniónico en pozas de sedimentación con un pH 6–9 D.S. N° 010-2010-MINAM.

Wilmer Elías. (36), en su trabajo de investigación tiene como finalidad el tratamiento del efluente de la empresa INPETFA SAC mediante el proceso de coagulación y floculación. Se plantea como objetivo el uso de coagulante–floculante para remover la turbidez y los sólidos suspendidos. Se preparó las soluciones de sulfato ferroso, sulfato de aluminio y policloruro de aluminio en concentración de 3000, 1750 y 500 ppm y como el uso de floculante aniónico en concentración de 30 y 60 ppm para los procesos de test de jarras a una agitación de 120 rpm y 40 rpm a 4 minutos, se tuvo como resultado que los coagulantes con aluminio tuvieron mayor eficiencia en remoción de turbidez y sólidos suspendidos, también se dedujo que la cantidad de dosis influye en el grado de eficiencia a menor dosis la remoción de turbidez es menor, con respecto al floculante aniónico demostró que a menor dosis se consiguieron mayor porcentaje en remoción de turbidez y solidos suspendidos, el mayor porcentaje de remoción de turbidez se obtuvo a 3000 ppm a 99.7% con sulfato de aluminio, la remoción de solidos suspendidos se obtuvo con 750 ppm en 95% con policloruro de aluminio y para ambos contaminantes a dosis de 1750 ppm se dio con el policloruro de aluminio que dio 95% de eficiencia en remoción. Deduciendo que el mejor coagulante para control de turbidez es el sulfato de aluminio y para solidos suspendidos el policloruro de aluminio en lo cual portaría a usar mejor el insumo respecto a las características del efluente para realizar el tratamiento.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. PTARM (planta de tratamiento de aguas residuales de mina)

Se constituye en depurar el agua y reducir los contaminantes de origen humano, comercial e industrial que serán desembocados en la red de drenaje o algún receptor de agua, las tecnologías han innovado sobre las plantas de tratamiento tanto domésticas y de mina siendo la calidad un factor importante en desarrollo económico y calidad de vida en la población. Las plantas de tratamiento tienen la finalidad de garantizar que no exista peligro sobre el medio ambiente ni a la salud según la característica del agua adecuar la mejor tecnología (37).



Figura 4. Planta de Tratamiento

Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Tratamiento de agua residual de mina

El suministro de agua es importante para las operaciones mineras siendo esta propensa a un grado alto de contaminación, pero si las aguas son tratadas puede repercutir positivamente sobre las operaciones mineras según los requisitos de descarga y tratamiento para el reusó. en las minas de

oro tiene un alto % de uso de agua para compensar sus operaciones es el caso en donde los estándares del agua en minería han sido más exigentes en su control y fiscalización. El agua usada para los procesos mineros necesita el control de SDT, arsénico, cobalto, cobre, cadmio, plomo, oro plata y zinc como la condición del pH por ello se emplean tecnologías adecuadas según la condición de las operaciones mineras y con los equipos necesarios en los procesos para cumplir con los objetivos ambientales (38).

2.2.3. Equipos y herramientas en área laboral

Los equipos y herramientas son empleados referentes al área donde se labora, en caso de medio ambiente se necesita equipos de medición para los parámetros de monitoreo y limpieza de canales en las plantas de tratamiento como en caso de lampa, baldes, jarra, frascos, balanza, lámpara, probeta y medidor de parámetros.

2.2.4. PETS (procedimiento de trabajo seguro)

El Procedimiento de Trabajo Seguro es una instrucción de seguridad que describen de manera clara cómo realizar determinadas operaciones y son necesarios cuando las tareas son propensas a generar algún riesgo en estos procedimientos son recogidos con aspectos de seguridad y están en responsabilidad del encargado de cada área, la importancia de procedimiento de trabajo seguro es dar al trabajador las instrucciones adecuadas para desenvolverse en su área con pautas que se debe de seguir y que están comprobadas si el trabajador aún no reconoce que procedimientos se debe realizar en cada actividad con la finalidad de no generar algún inconveniente en sus actividades y para revisar si tiene algunas dudas o dificultad en su labor y así evitar retrasos o algún accidente laboral. Los principales destinatarios de estos procedimientos son los trabajadores y para su comprensión deben de ser legibles y de fácil comprensión como también estar ubicada en lugar adecuado para tenerlo presente en el área. Los PETS se realizan con el listado de aquellas actividades o tareas peligrosas que son consultados con los propios trabajadores o con sus representantes dado su experiencia en el área. Los principales aspectos que tiene el PETS es el personal involucrado desde el responsable de área hasta el trabajador, los equipos de protección que se usarán, las herramientas, la condición general del área, procedimientos de trabajo y las restricciones.

2.2.5. Monitoreo y lectura de datos

2.2.5.1. Parámetros de estudio

Los emprendimientos generan impacto sobre el medio ambiente y para ser evaluados se necesita del monitoreo siendo demanda para las demás ramas de la sociedad, el monitoreo es realizado haciendo mediciones y observaciones en algunos indicadores para verificar el impacto ambiental que ocurre en determinado punto para así evaluar medidas preventivas que dan punto de vista de gran importancia para las autoridades y para las empresas. el monitoreo ambiental recolecta datos para identificar y evaluar las condiciones de los recursos naturales en su seguimiento continuo y sistemático de las variables ambientales estos datos medibles proporcionan información de actores como estado de conservación, degradación y recuperación de medio ambiente, entre sus objetivos están: Verificar si ocurren impactos ambientales, magnitud, si las medidas de mitigación son efectivas, proponer medidas mitigadoras si son necesarias. Los encargados de realizar este monitoreo pueden ser sin duda la misma empresa y también sector público competente para ser alisado es de manera aislada o integrada en instrumentos de instrumento ambiental como en auditorías las cuales son importante para identificar si la empresa realiza monitoreos constantes y registro de datos para las auditorías (39).

2.2.5.2. Turbidez del agua

La turbidez como parámetro fisicoquímico indicador de la calidad del agua refleja la concentración de sustancias coloidales, orgánicas y minerales como muestra de indicio de contaminación, la turbiedad del agua puede causar un riesgo microbiológico para las personas que lo consuman, lo que origina la turbidez es la reducción de oxígeno presente en al agua haciendo que algunos organismos no sobrevivan a estas condiciones la razón es porque cuando el agua es más turbia hace que las partículas que se encuentran puedan absorber mayor calor lo que causa que se eleve la temperatura del agua y no permite que la luz pase para fotosíntesis lo que conlleva a tener bajos niveles de oxígeno en el agua esencial por ello es un factor influyente en el aumento de la turbidez.(40)

- Nutrientes excesivos
- Sedimentos suspendidos de la erosión
- Clima estacional

- Factores humanos

2.2.5.3. Turbidez como medida de calidad de agua

Según lo que menciona la organización mundial de la salud considera los valores de 50 NTU son altas y también se considera que no hay valores referenciales que se basen sobre efectos a la salud de la población referente a este parámetro del agua, también se hace alusión a que el parámetro debe ser mayor a 0.1 UNT valor que da a conocer una adecuada dosificación en la calidad de agua, el grado mayor que pueda tener la turbidez afecta considerablemente a elevar la temperatura porque las partículas que están presentes absorben mayor calor, haciendo que se reduzca el oxígeno disuelto (OD) siendo el agua caliente tiene menor oxígeno disuelto que la fría, la mayor turbidez también impide que penetre la luz solar impidiendo el metabolismo de las algas que generan oxígeno en el agua (41).

En la evaluación de la turbiedad como parámetro de indicador de tratamiento dada por la contaminación de puntos de abastecimiento y climatológicos siendo la turbidez como un indicador puntual para ver un adecuado tratamiento que se les da en las plantas de tratamiento mediante los niveles de correlación entre otros parámetros como color, alcalinidad, pH, conductividad eléctrica entre otros. También existe influencia de correlación entre épocas bajas de precipitación y su variación entre época de alta precipitación. sobre periodos de los años la turbidez de salida se ve afectada diferentes variaciones en la precipitaciones lo que conlleva al aumento de la turbidez, pero teniendo en cuenta los límites máximos permisibles en las plantas de tratamiento (42).

2.2.5.4. Turbidez y su importancia en el tratamiento de aguas residuales

La turbidez o turbiedad del agua es un parámetro fisicoquímico importante para conocer la calidad del agua y el control de ello está relacionada con la eficiencia sobre procesos de desinfección químicos y físicos cabe mencionar (a mayor turbiedad, mayores partículas en suspensión). La turbidez de agua refleja las partículas inertes que están en suspensión, material orgánico, minerales y compuestos nocivos para la salud pueden ser indicios de contaminación del agua. Los elevados niveles de turbidez contribuye a proliferación de bacterias y sustancias químicas como metales pesados se adhieren a partículas orgánicas, por lo cual se debe realizar una operación adecuada en la planta de tratamiento para tener niveles bajos de turbiedad ya que es considerado como indicador

de contaminación, por lo cual la turbiedad del agua es importante en los procesos de potabilización en la clarificación mediante la desestabilización de partículas coloidales y suspendidas (coagulación) (43).

2.2.5.5. Característica de SDT (sólidos totales disueltos)

Se detectan mediante sondas de conductividad de iones y los valores se derivan referente al uso del agua, los sólidos se encuentran en lixiviados con sólidos disueltos o a través de actividades humanas como de origen domiciliario, urbanas y agrícolas, según los estándares de que presenta la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U está en promedio de 200 y 300 mg/L de sólidos totales disueltos y no se recomienda tener el agua con valor mayor a 500 mg/L para consumo humano, relativamente los TDS afectan sobre el color, sabor y olor del agua, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se cuantificó estadísticamente los niveles de TDS desde Excelente hasta inaceptable en rango de <300 mg/L- >1,200 mg/L. Se plantean muchos tratamientos como floculación, osmosis inversa, tratamiento biológico, filtración, desalinización y aireación para controlar los niveles altos de SDT y dar valor al agua tratada (44).

2.2.5.6. Sólidos suspendidos (SS)

Son partículas orgánicas e inorgánicas presentes en el agua y que se percibe a simple vista, pero también puede generar problemas en la calidad del agua en la degradación de las partículas orgánicas como el caso de fibras de plantas y bacterias. Los sólidos suspendidos alteran la calidad del agua por su acumulación de sedimentos llegando a obstruir el flujo del agua superficial, como también en generar depósitos en áreas agrícolas (45)

2.2.5.7. Sólidos sedimentables

Volumen que ocupa las partículas sólidas que se encuentran contenidas en un definido volumen de agua, estos sólidos decantan desprendiéndose de la suspensión que se encuentran, en un tiempo determinado medido en valor de mililitros por litro, tienen la característica de ser más densa que el agua con un tamaño de 10μ (46).

2.2.6. Operación y mantenimiento de la PTAR

Las distintas actividades y responsabilidades de la PTAR están a cargo de empresas prestadoras de servicio que son responsables de realizar correcto funcionamiento para tratar adecuadamente los efluentes y controlar las distintas funciones que tiene el personal a cargo como responsable de su operación ya sea el origen, para la disposición final de los efluentes y también monitorear la descarga de usuarios que pudiesen intervenir con el proceso de tratamiento. Los usuarios de la prestación de servicio en tratar los efluentes de actividades diarias se deben cumplir con todas las actividades estipuladas en la infraestructura y uso de equipos de la PTAR. en el tratamiento y disposición de lodos según el marco normativo deben ser dispuestos en lugar asignado que no afecte a medio ambiente generando impactos perjudiciales siendo requisito para su transporte y disposición final. Con respecto al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) propuso 04 medidas en tratamiento adecuado del agua según las metas sobre de 22 de julio de 2016 en Perú sobre el cambio climático (47).

1. “Construcción de nuevas PTAR para el cierre de brechas del sector Saneamiento”.
 2. “Cobertura de lagunas anaerobias y quema de metano”.
 3. “Instalación de digestores anaerobios de lodos en PTAR para la captura y quema de metano”.
 4. “Aprovechamiento de agua tratada y biosólidos”.
- La tecnología empleada en la PTAR se realiza mediante análisis de la calidad del agua que esta a su vez será vertida en el cuerpo receptor.
 - La PTAR cuenta con línea de agua en donde el agua residual recorre por todas unidades de la instalación para su tratamiento.
 - La norma OS.090 da a conocer que las PTAR cuenten con medidor de lectura de caudal en ingreso y salida del agua a tratar.
 - El tratamiento de las aguas residuales es da por incorporación de procesos tanto físico-químicos o biológicos para alcanzar los parámetros requeridos.
 - Como parte de la operación se generan residuos entre ellos está el lodo proveniente de las unidades para lo cual es necesario tener una línea de lodos para su transporte y disposición final.
 - El acceso a energía es indispensable para realizar todos los procesos en las 24h.
 - Para evaluar la capacidad que se debe de tratar se tomará la carga hidráulica.

- La calidad de agua a alcanzar sobre el efluente se tomará en cuenta los Límites Máximos Permisibles.

2.2.7. Sedimentación de partículas

Considerado como un proceso natural donde la unión de partículas sean más grandes y pesadas que están suspendidos caen por la acción de la gravedad, durante los procesos de decantación se encuentran 3 tipos de partículas: sólidos suspendidos de diámetro 10^{-4} cm, coloides entre 10^{-4} cm y 10^{-6} cm y soluciones de diámetro menor a 10^{-6} cm.

La operación en la PTARM es muy importante porque cuenta con pozas de sedimentación que tienen la capacidad de almacenar los flóculos que van precipitando por acción de descenso por gravedad para eso se necesita pozas de dimensiones necesarias para que los flóculos tengan el tiempo necesario para precipitar y también contar con dimensiones adecuadas para las pozas con relación al caudal que tendrá que almacenar como se observa en la Figura 5. Pozas de sedimentación de la planta de tratamiento. También es importante el tiempo de retención para que los contaminantes presentes en el agua tanto metales como partículas en suspensión puedan adherirse a los flóculos y precipitar para dar a la formación de lodos que serán dispuestos para continua limpieza. Los procesos que debe de seguir son importantes (48).

- Regular el caudal en las pozas alternas para evitar reboses
- Tener en cuenta dosis adecuadas para precipitación de flóculos de manera eficiente
- Realizar limpieza de canales de ingreso como compuertas, tuberías, rompe presión y buzón de paso.
- Tener equipos e instrumentos necesarios para las actividades
- Analizar los procedimientos de trabajo seguro esquemas



Figura 5. Pozas de sedimentación de la planta de tratamiento

Fuente: Elaboración propia

2.3. Definición de términos básicos

- **Coagulante**

Sustancia agregada al agua que ayuda, produce o favorece la coagulación, siendo la sal inorgánica de metales polivalentes que se utiliza para dosificar aguas residuales para conseguir desestabilizar coloides (49).

- **Coagulación**

Es la agrupación de las partículas suspendidas y coloidales mediante la agregación de coagulante al agua, por acción de factores físicos o químicos provoca la solidificación o precipitación de dichas partículas desestabilizadas (13).

- **Floculación**

Es un proceso donde las partículas que están en suspensión se van aglomerando, haciendo que se formen flóculos de mayor tamaño gracias a la adición de insumos tanto natural o industrial. La materia presente y los coloides que están dispersas en el agua se van juntando para que se formen los flóculos de mayor tamaño que en un tiempo de retención estas se van a sedimentar, la formación de flóculos en el proceso hace que retenga contaminantes en el agua por medio de uniones químicas (50).

- **Tratamiento del agua**

Son procesos que se realiza con la finalidad cambiar las características del agua contaminada o cruda alterando propiedades físicas, químicas y composición para así tener agua apta para la

disposición que se le tiene y respetando según las normativas y parámetros que son establecidos (50).

- **Efluentes**

Son aguas sin tratar que tienen composición perjudicial tanto para la salud o el medio ambiente que esta a su vez es originada por actividades de procesos sociales o de manera industrial y son dispuestos sobre un cuerpo receptor (51).

- **Parámetros de vertido**

Son valores de concentración de sustancia, elementos o compuestos que tienen un rango establecido para ser vertido al medio (50).

- **Monitoreo**

Son funciones que se realizan para verificar el estado actual que se encuentra el ambiente debido a las actividades que el hombre emplea sobre la misma. Es importante su análisis para conocer cómo se encuentra el entorno (50).

- **Patrones ambientales**

Referidos según los LMP dispuestos por la autoridad competente que tiene la finalidad de realizar control de la contaminación por actividades industriales que son aplicadas mediante normal, procesos, instrumentos y directrices (50).

- **Sedimentación**

Proceso que trata sobre acumulación de sólidos en gran cantidad a la parte más baja del suelo, agua y fondo marino (51).

- **Filtración**

Es parte del proceso de tratamiento del agua que consiste en tener un medio poroso como grava, arena o filtros malla para poder remover las partículas sólidas dispersas en el agua (50).

- **Cuerpo receptor**

Es la disposición o descarga de aguas contaminadas por acción del hombre a un medio ya sea río, océano o lago. Señalado como un lugar donde se dispone los residuos que se genera por actividades humanas una vez que pase por un sistema de tratamiento. Los cuerpos receptores son aguas superficiales, dulces, el suelo, estructuras geológicas y confinadas (50).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1. Método

El método general o teórico de la investigación

Según la investigación el método general aplicado es el método científico (52), el procedimiento de la investigación en para poder descubrir la forma la presencia de procesos objetivos, para poder averiguar las conexiones internas y externas, así abarcar y profundizar a mas detalle los conocimientos adquiridos, así llegar demostrar con firmeza y evidenciarlos en la prueba de experimento del estudio y con técnicas de aplicación.

El método específico de la investigación

La investigación presenta el método experimental (52), porque se realizara la manipulación de las variables dependientes e independientes, ya que se demostrará a respecto de dicha condición de aplicación en la prueba según la mejor alternativa de tratamiento, como punto en reducir los impactos ambientales presentes, en el proceso metodológico será el siguiente:

- En capo: para el análisis de agua se realizan los monitoreos de los efluentes de ingreso y salida de la bocamina R2, se seguirá el protocolo de monitoreo análisis con electrodos y registro.
- Se analizará primero la muestra inicial de ingreso de agua
- Se regulará el flujo de dosificación de coagulante y floculante
- Se realizará medición de parámetros de turbidez, pH y conductividad eléctrica
- Para reducir la turbidez del efluente se realizarán varias dosis con respecto a las características iniciales de ingreso, para ello se preparará los insumos y en diferentes tiempos.

3.1.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada (53), porque tiene una naturaleza de manera práctica debido a que se empleará como coagulante cloruro férrico y floculante para la remoción de turbidez, y se aplicará en el canal de la bocamina R2 que será transportado a la planta de tratamiento Far West.

3.1.3. Nivel de investigación

La investigación es de nivel correlacional (53), En la cual se describen los datos y las características del estudio además que tienen como finalidad conocer la relación entre las variables turbidez y la dosis de insumos, ya que se cuenta como propósito primordial, según los estudios correlacionales en conocer cómo se comportan los conceptos o variables sabiendo su comportamiento.

3.2. Diseño de la investigación

Se plantea como diseño experimental (52), porque se tiene como referencia a una investigación donde las variables pueden ser manipuladas ya sea una o más variables independientes para poder analizar las consecuencia de dicha manipulación sobre la variable dependiente ya sea una o varias que está incluido dentro de la situación de control para el investigador.

1.1.1. Descripción del diseño de investigación

La investigación es de tipo cuasi experimental con un diseño con preprueba –posprueba (52).

$$\text{Insumos quimicos utilizados(kg)} = \frac{\text{dosis} * 60 * t * \text{densidad}}{1000}$$

dosis = Frecuencia en ml/min

t = tiempo de dosificacion en horas

densidad = 1.42 o 1.40 (respento a la marca qimpack o mercantil)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Aguas residuales provenientes de la operación de la Minera Aurífera Retamas S.A. La Libertad.

3.3.2. Muestra

La muestra es el agua residual proveniente de la bocamina R2 que son transportados hacia la PTARM FAR WEST, cada toma de muestra será de 2 litros, en 4 puntos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica empleada fue la observación sistemática de los parámetros pertinentes antes y después de los procesos de tratamiento en donde se realizó la medición de turbidez, pH y los sólidos totales disueltos en los efluentes generados por operaciones de la minera RETAMAS.

Es de fuente primaria de análisis directo del agua con el apoyo de equipos de medición multiparamétrica y turbidímetro en 3 horarios establecidos de 7:00 a.m. 1:00 pm y 5:00 pm por turno de operación, según operador de la planta de tratamiento es encargado de monitoreos internos y externos. Entre los monitoreos internos son proporcionados a la misma contrata para que sean explyado en reunión con jefes de área en el reporte semanal por supervisor a cargo (identifica los resultados de monitoreos y algunas observaciones para mejorar el proceso de tratamiento), con respecto a los monitoreos externos están propuestos por entidades públicas como OEFA, ANA, ALA y entre otros que acuerdan con la minera sobre fecha de visita para realizar los monitores de agua en los puntos de descarga para verificar el buen cumplimiento de tratamiento de aguas residuales (evaluación de metales, aceites y grasa).



Figura 6. Equipos de monitoreo (multiparámetro y turbidímetro)

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se empleó como instrumento el cuaderno de notas para realizar apuntes de datos diarios de caudal de salida de agua tratada en la descarga con la lectura de cada hora del flujómetro los datos que nos proporciona son el (caudal, temperatura y volumen acumulado) y cuaderno de notas para los monitoreos de ingreso y salida del agua de la bocamina R2 que se realizan en los tres horarios son anotados para su registro después de terminar con la operación.

Tabla 2. Registró de monitoreo de la fecha 09/04/2023-turno noche

Hora	Pt	TDS	CND	pH	NTU	Q
8:00	I	438.6	731	7.75	21.1	42.10
pm	S	439.2	732	7.83	1.54	
1:00	I	434.4	724	7.83	20.6	98.10
am	S	424.8	708	7.76	1.68	
5:00	I	445.2	742	7.69	14.30	52.10
am	S	436.8	728	7.56	1.56	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Monitoreo de caudal 09/04/2023

Hora	caudal
19:00	39.40
20:00	42.10
21:00	56.40
22:00	72.20
23:00	68.50
00:00	63.70
01:00	98.10

02:00	81.20
03:00	63.20
04:00	49.20
05:00	52.10
06:00	58.50

Fuente: Elaboración propia

- Se realizan en tres horarios y por turno
- Monitoreo de ingreso y salida
- Lectura del caudal es en el flujómetro y su caudal acumulado se lee a las 00:00 horas (para lograr el objetivo planteado en reutilización de agua residual)
- NTU se lee en turbidímetro
- pH y conductividad se lee por el multiparámetro
- TDS se saca con respecto a CND multiplicado por 0.6 valor establecido por condiciones del agua y lugar ($CND * 0.6 = TDS$)

Se empleó para el registro de datos e interpretación de gráficos en programa Microsoft Excel en parámetros de caudal, pH, conductividad, sólidos totales disueltos y turbidez. Registro de consumo de insumos químicos diario para reporte y suministro de cloruro férrico y floculante. El reporte de cloruro férrico usado se emplea mediante fórmula (consumo en 12 horas, frecuencia de bombeo y densidad del cloruro) y el reporte sobre floculante que se usó para el tratamiento es mediante la suma de kg de floculante preparado en los dos tanques.

3.4.3. Materiales y equipos



Equipos en funcionamiento

- Bomba dosificadora de cloruro férrico
- Motor agitador de floculante

- Flujómetro
- Multiparámetro
- Turbidímetro
- Estabilizador
- Balanza
- Stocka
- UPS

Tabla 4. Materiales de medición

Materiales	Función	Imagen
Jarra graduada	Toma de muestra de agua	
Celda de vidrio	Introduce en portacelda del turbidímetro	
Agua desionizada	Limpieza de electrodos y frascos	
Papel toalla	limpieza de equipos	
Guantes de nitrilo	Protección ante químicos	

Solución Buffer	Calibrar los electrodos de pH	
Celdas de calibración NTU	Calibrar la turbidez (10, 20, 100, 800) NTU	

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.1. Reportes de monitoreo

El trabajo en la planta de tratamiento se tiene que seguir con un registro continuo y especificado porque con los valores dará conocimiento del adecuado proceso de tratamiento y actividades necesaria a realizar los reportes constantes nos dan a conocer la cantidad de insumos consumidos en el tratamiento de aguas residuales para así hacer un requerimiento y abastecimiento. Estos reportes serán también enviados a las entidades públicas como OEFA, ANA, AAA entre otros según la entidad lo requiera y también a la compañía para ver si se están realizando los procesos de manera correcta y acciones a mejorar (reporte semanal, auditorías e inspección interna).

3.4.3.2. Dosificación de insumo químico (coagulante)

Producto químico usado para procesos de coagulación con la finalidad de remover los sólidos, clarificar el agua y deshidratar los sólidos mediante una masa gelatinosa que se forma atrapando las partículas y haciéndose cada vez más grandes, estos coagulantes pueden ser orgánicos o inorgánicos, pero ambos son utilizados respecto a las propiedades físicas y donde se generaron para su adecuado tratamiento.

Selección de coagulante y dosis

El coagulante empleado para el tratamiento de aguas residuales de mina son el “cloruro férrico” de dos marcas Mercantil y Quimpac que vienen en isotanques de 1 m³ en solución de 40% y 42% y capacidad de 1000 kg y 1400 kg.

Tabla 5. Composición de coagulante

Ingredientes	Nº CAS	%	Fórmula	Nº UND	PG	LIM PERM (h/d)
Cloruro férrico	7705-08-0	39-42	FeCl ₃	2582	III	No establecido

Fuente: Elaboración propia

Dosis empleada:

- Cloruro férrico en solución de 40%.
- Bomba dosificadora.
- Verificar el flujo de succión mediante una probeta graduada de un litro.
- Graduar la bomba de acuerdo con las características del agua a ml/min.

3.4.3.3. Dosis de insumo químico (floculante)

Las funciones de los floculantes es neutralizar las cargas eléctricas de los contaminantes que están disueltos en el agua para así las partículas se puedan unir las partículas de los floculantes se pueden cargar negativamente para así atraer los iones que no son atrapados por el proceso de coagulación mejorando el proceso.

Selección de floculante y dosis

El floculante es empleado en soluciones sólidas para preparar con nombre de “Praestrol 851 BC Floculante” de marca SOLENIS que viene en sacos de 25 kg y con la preparación en concentraciones de 0.08% a 0.1% según su uso es de toxicidad acuática de categoría 3.

Tabla 6. Composición de floculante

NOMBRE QUÍMICO	NO.CAS	Clasificación	Concentración
POLYMER (X)	No DISPONIBLE	Aquatic Chronic 3; H412 Aquatic Acute 3; H402	≥ 70.00 - < 90.00

Fuente: Elaboración propia

Dosis empleada:

- La preparación del floculante es a una concentración de 0.08% a 0.1% (0.08g Floc. - 1g Floc. /1 L agua).
- El volumen del tanque agitador es de 1.73 m³ y 1.13 m³
- Para conocer el peso por ejemplo en 0.08 % para el volumen de 1.73 m³ (0.08%*1730L=1.38L) el peso es de 1.38 kg de floculante para la solución.
- Pesar el floculante según las características del agua.
- Mezclar con agua fresca.
- Regular la frecuencia de dosificación en 100 ml/s.
- Verificar la precipitación con un vaso o jarra graduada.

3.4.3.4. Influencia de caudal

El caudal del agua es muy importante para el complemento de insumos químicos que ayudarán a la dosificación del agua residual porque la velocidad y la cantidad de agua influyen en el tratamiento y precipitación de sólidos presentes en el agua para lo cual es necesario la lectura de datos y el registro del caudal presentes en el transcurso del día 24h en efluentes de agua de mina. El equipo empleado para registrar el caudal del agua es el “Flujómetro” que da lectura de los datos de manera continua para así emplear la cantidad necesaria de insumos químicos al agua a tratar en Lt/s.

3.4.3.5. Sistema de tratamiento - PTARM FAR WEST

El sistema de tratamiento consta de etapas de coagulación, floculación, sedimentación y filtración. con la capacidad de las pozas de 291.42m³, 291.42m³ y 479m³; capacidad de la rompe presión de 26m³, 26m³ y 30m³ con un caudal de vertimiento autorizado de 180.20 L/s.

Compuertas EN la PTARM Far West (12)

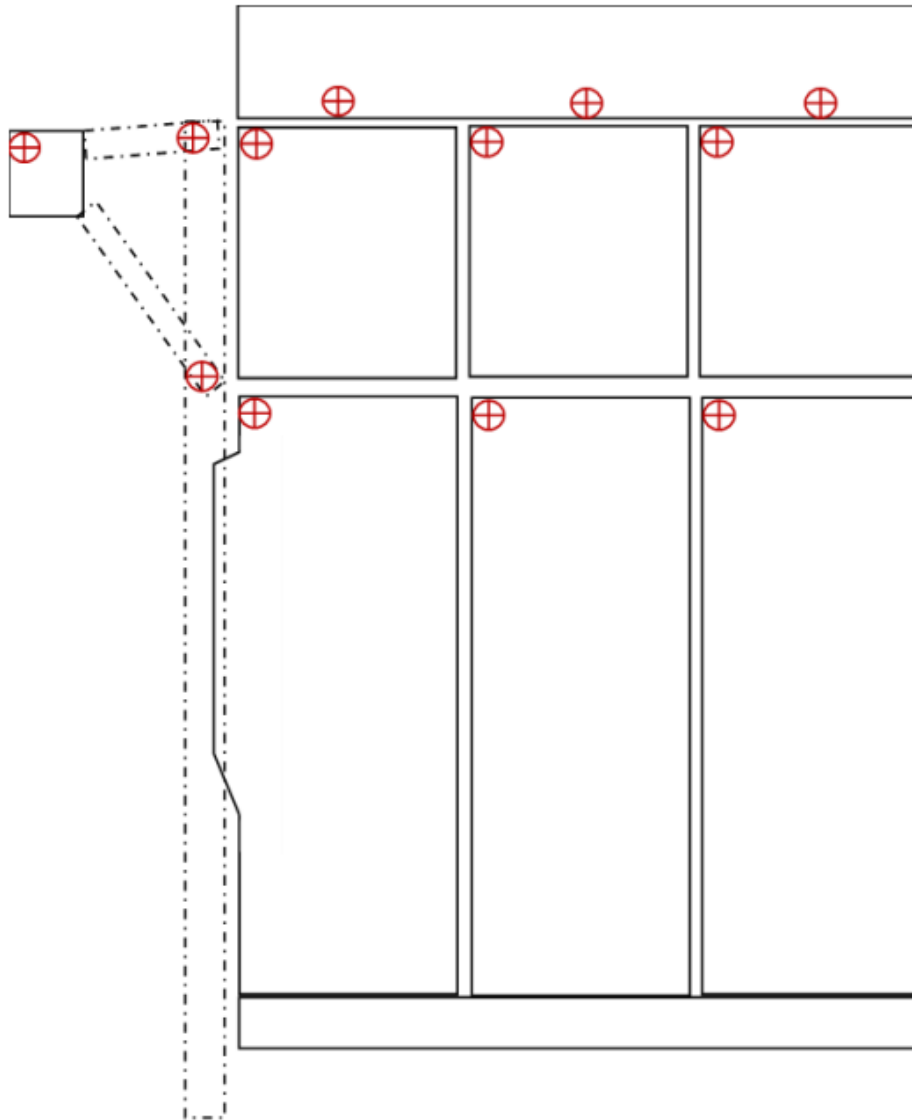


Figura 7. Sistema de tratamiento en pozas de sedimentación

Fuente: Informe de operaciones Marsa

En la Figura 7. Sistema de tratamiento en pozas de sedimentación, se tiene el diseño de las pozas de sedimentación y las compuertas que distribuyen el efluente a las 3 pozas, en esta etapa es indispensable regular el flujo del efluente con la manipulación de 3 compuertas que son de distribución del efluente y las otras 9 que son para descarga de agua y evacuación de lodos, para distribuir de manera equitativa el caudal del agua se tiene que evitar la saturación de alguna de las

pozas, como también aumentar el tiempo de retención que genere un tratamiento discontinuo en alguna de las pozas de sedimentación.

3.4.3.6. Recolección de muestras en la descarga de la PTARM Far West

Las muestras recolectadas en la descarga son de aguas arriba y aguas abajo del río Llacuabamba. Para los monitoreos mensuales y externos se trabaja juntamente con el equipo encargado de recolección de muestras para los análisis en laboratorio de parámetros pertinentes para efluentes de origen minero en donde corresponda según los Límites Máximos Permisibles (LMP). Los parámetros que se toman como indicador sobre la calidad del agua de la descarga del efluente, son: turbidez, pH, Cianuro total, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Concentración de Metales Pesados, Grasas – Aceites y Sólidos Totales en Suspensión. Estos parámetros son llevados a laboratorio para autoridades o para verificación de la empresa encargada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados descriptivos

4.1.1. Funcionamiento del sistema de tratamiento de la PTARM

La PTARM Far West debe tener un adecuado funcionamiento del flujómetro para realizar el primer apunte de caudal de salida, verificar los caminos y accesos a la planta de tratamiento para identificar si hubo algún suceso que impida el tránsito hacia las áreas de trabajo. Verificar los equipos de monitoreo e instrumentos que estén calibrados y que funciones de manera correcta con equipos limpios para no alterar los datos de monitoreo en la descarga del agua tratada.

Verificar que el floculante y coagulante están dosificando de manera correcta sin obstrucción de sedimentos o algún percance que impida el flujo continuo de los insumos empleados en el proceso de tratamiento. En el área de uso de coagulante se necesita tener los tanques de dosificación con contenido óptimo para añadir el insumo si están para el cambio de nuevo estanque de cloruro férrico se realiza los siguientes procesos.

- Cambiar el isotanque de cloruro férrico de 1000kg con otro con contenido haciendo uso de una stocka.
- Abrir la tapa del isotanque e introducir la manguera de succión hacia el fondo del isotanque para evitar que flote y succione aire.
- Encender la bomba dosificadora.
- Regular la frecuencia de succión y amplitud de succión según las características del agua.
- Verificar el flujo de succión con ayuda de una probeta graduada en 100 ml/min.
- En caso de que succione aire purgar la manguera para eliminar la burbuja de aire.
- Introducir nuevamente la manguera y regular la frecuencia.
- Registrar el consumo de coagulante.

En el área de floculante se necesita que los tanques estén preparados para su correcta dosificación en concentraciones de 0.08 a 0.1% (0.08 g Floc. - 1g Floc. / 1L agua) y también verificar que no haya sedimentos que obstruyen la salida del floculante en la llave de paso y en la quena de caída de floculante, realizar la limpieza de los tanques y/o recipientes de preparación no deben presentar sedimentos para su correcto funcionamiento de la dosificación se realiza los siguientes procesos.

- Preparar la solución de floculante y agua fresca según las propiedades del agua a tratar y volumen de preparación (tanques con capacidad de 1.73 m³ y 1.13 m³).
- Pesar el floculante en la balanza electrónica haciendo uso de una cuchara dispensadora y jarra graduada.
- Realizar la mezcla de floculante y agua poniendo en marcha la agitación y añadiendo el floculante de forma gradual (chorro delgado a la corriente de agua que sale de la cañería).
- Completar el agua faltante en los tanques y cerrar dejando un borde libre.
- Dejar la solución en agitación para su maduración en 60 min.
- Regular la salida de floculante en un recipiente graduado de acuerdo con el flujo del caudal de agua en 100 ml/s.
- Limpiar la quena de caída de floculante retirando el tapón de la quena y limpiando los sedimentos adheridos para que el floculante caiga al buzón en chorro y se mezcle con el agua residual con coagulante.
- Registrar el consumo de floculante.

4.1.1.1. Pozas de sedimentación

Las pozas de sedimentación deben estar en correcto funcionamiento con la rompe presión limpia y las pozas sin excesivo lodo que pueda influir en el tratamiento de las aguas residuales para lo cual se debe de limpieza periódica.

- Limpieza de tuberías y compuertas que tengan lodos adheridos con manguera a presión.
- Realizar la recirculación de lodos en la rompe presión de las pozas para el flujo continuo de las aguas en tratamiento.
- Identificar si las pozas de sedimentación contienen lodo excesivo para realizar la evacuación de lodo y su programación.
- Realizar limpieza del pre-filtro de manera continua y tiene daños realizar mantenimiento.
- Lavar el filtro grava de las pozas (apilar el filtro grava en forma de una berma).
- Colocar el pre-filtro en las pozas limpias.
- Limpiar la descarga de agua tratada.

Antes y después de cada actividad es indispensable el orden y limpieza para la conservación de equipos de monitoreo (turbidímetro y multiparámetro), herramientas que serán utilizadas para

actividades en la operación, conocer el procedimiento de trabajo seguro (PETS), realizar IPERC y el registro de manera eficiente de los datos que serán rellenados en el programa Excel.

4.1.2. Tratamiento y monitoreo con la dosis de coagulante y floculante

Para realizar la dosificación adecuada del floculante y coagulante se realiza el monitoreo inicial de ingreso y salida de agua en los parámetros de turbidez, pH y conductividad eléctrica y también el flujo de caudal del agua este procedimiento está situado en el PETS-MA-45 de nombre “Control Operacional (Toma de Muestras y Lectura de Datos) en PTARM– Far West”.

- a. El operador, realiza la toma de muestra del agua residual de mina, antes de la adición de insumos químicos para el tratamiento, lo realiza en la cuneta ubicada a la salida la bocamina R-2. (caídas al mismo nivel)
- b. Utilizando un recipiente o jarra, enjuaga con la misma agua para la muestra y tomar la muestra, seguidamente con el equipo de medición de parámetros.
- c. Medir sumergiendo los electrodos en la jarra y encender el equipo para la lectura de: pH, conductividad.
- d. Para la turbidez usar un equipo Turbidímetro, para ello la muestra será llenado a una celda de vidrio el cual se debe introducir a la porta celda del equipo, encender el equipo para su lectura.
- e. Para el muestreo y lectura de datos del agua tratada que sale de la planta al cuerpo receptor, se tomará en el canal de descarga al rio, para la lectura de los parámetros se seguirá los mismos pasos del 3, 4. (caídas al mismo y distinto nivel).
- f. Los valores de los parámetros registrados de ingreso y salida serán consignados en el cuaderno de actividades, los cuales al culminar la guardia serán ingresados a una base de datos para su interpretación.
- g. El control de los parámetros se realiza tres veces por turno, día (8:00 a.m., 01:00 p.m. y 05:00 p.m.) y noche (08:00 p.m., 1:00 a.m. y 5:00 a.m.).
- h. La lectura del caudal de salida del vertimiento de la planta de tratamiento se realiza cada hora desde el medidor de flujo ultrasónico.

- i. La lectura del volumen acumulado de vertimiento en el equipo ultrasónico se realiza cada 24 horas (00.00 horas).
- j. Los valores de caudal horario y acumulado en la salida de la planta de tratamiento son registrados en una base de datos para su interpretación.
- k. Después de realizar las lecturas, los equipos de medición serán limpiados y guardados correctamente.

Verificar el flujo de salida de cloruro férrico haciendo uso de una probeta graduada para realizar la dosificación adecuada en ml/s y verificar que la manguera no succione aire que impida el ingreso de coagulante, en caso de que succione aire purgar la bomba para eliminar la burbuja.

Verificar la caída de floculante al buzón conectada a las pozas de sedimentación que haya un flujo constante y que no tenga grumos en la llave de paso que impida la salida de la solución, si cuenta con grumos abrir a presión para expulsar el grumo que obstruye el paso de floculante para luego colocar nuevamente la quena limpiándolo y abriendo la tapa para retirando los grumos que se adhieren en los agujeros de salida. para realizar correctamente la preparación y dosificación de los insumos se debe seguir de manera adecuada los PERTS-MA-46 Y PETS-MA-47 “Dosificación de Coagulante (Cloruro Férrico) en la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina” y “Preparación y Dosificación de Floculante en la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina”.



Figura 8. Quena de caída de floculante
Fuente: Elaboración propia

4.1.2.1. Limpieza de buzones y filtros grava

- El control de los buzones se realiza mediante la verificación visual de las mallas instaladas a la salida de la línea de conducción de agua residual de mina. (caída a distinto nivel).
- Si se observa acumulación u obstrucción de residuos en la malla, proceder al retiro cuidadoso de la malla para ser limpiado. (caída a distinto nivel).
- Limpiar la malla y dejar sin ningún material de obstrucción, y devolver en seguida al buzón. (caída a distinto nivel, golpeado por).
- Si el buzón presenta sedimentos sólidos como arena, retirar con una pala y depositarla en un saco para su disposición final.

4.1.2.2. Limpieza de pozas, pre-filtros (Malla Rachel) y filtros grava

- Lavar con agua a presión, paredes y piso de las pozas de sedimentación y rompe presión, incluyendo la plataforma, evitando pisar los remanentes de lodo y asegurando que el efluente quede en la misma poza. (caída al mismo nivel).
- Si en las paredes se encuentran lodos adheridos, usar la espátula para retirarlos. (golpeado por) (exposición a movimientos repetitivos).
- Lavar el pre-filtro dentro de la poza, en forma diaria, utilizando la manguera con agua a presión y/o balde. (caída al mismo nivel) (exposición a movimientos repetitivos)
- Si el pre-filtro tiene algún daño, coser utilizando la pita rafia, si es necesario cambiar por una nueva malla.
- Durante la operación lavar los filtros grava de las pozas, para ello cerrar la compuerta del buzón que alimenta el agua tratada, para derivar el agua hacia las pozas alternas. (caída a distinto nivel, golpeado por) (exposición a movimientos repetitivos).
- Abrir la compuerta de doble hoja y descargar el agua tratada y clarificada, para luego proceder al lavado de los filtros grava. (golpeado por).
- Para lavar los filtros grava, mínimo dos veces por turno de forma diaria, extender y voltear la grava en forma plana con la lampa, utilizando manguera con agua a presión y/o balde, hasta que el agua del lavado sea limpia y asegurando que el efluente quede en la misma poza; este lavado debe realizarse con pausas de descansos periódicos para evitar excesiva fatiga y malas posturas. (exposición a posturas forzadas y movimientos repetitivos).

- Culminado el lavado apilar los filtros grava en forma de una berma, tarea que debe ser repetida después de cada lavado. (exposición a posturas forzadas y movimientos repetitivos).
- Colocar el pre-filtro en la poza limpia.

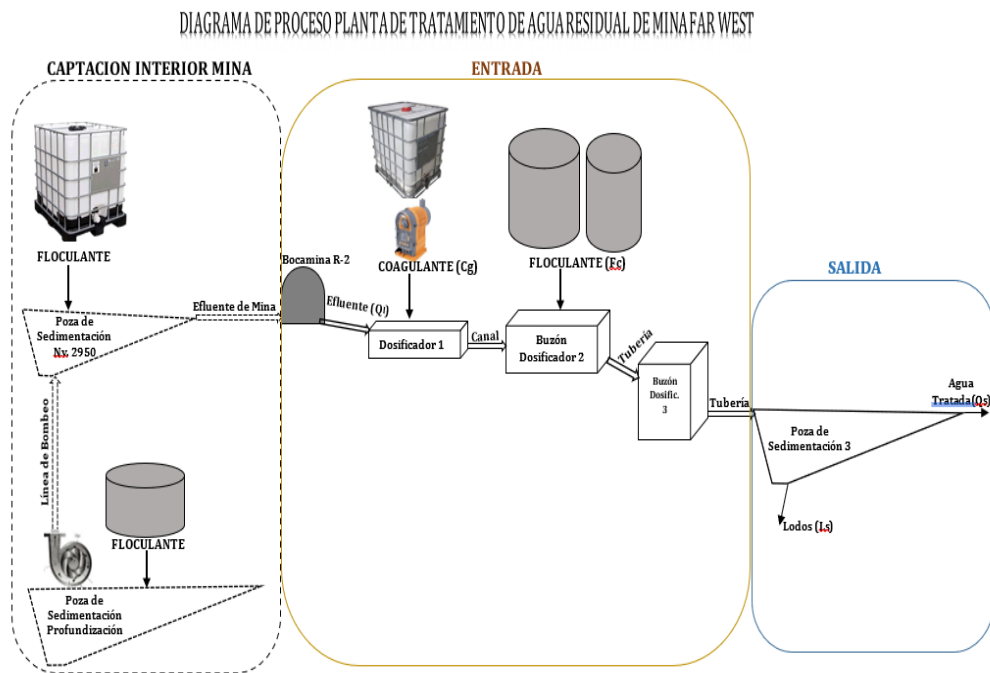


Figura 9. Diagrama de flujo Sistema de Tratamiento de Agua Residual de Mina – PTARM FAR WEST (R-2)

Fuente: Informe de operaciones PTARM (Sodexo)

4.1.3. Resultado de prueba de dosificación según parámetros iniciales

La dosificación de coagulante y floculante con relación al caudal y características del agua. En este trabajo de investigación se evaluó la relación que existe en las características iniciales del agua residual con respecto a la eficiente dosificación del coagulante y floculante en remediación del efluente de salida de la bocamina R2 en las operaciones de la minera MARSÁ.

En el tratamiento se evaluó el caudal inicial y los parámetros de pH, turbidez y conductividad eléctrica para aplicar los insumos químicos, el parámetro principal para identificar qué tan contaminada está el agua es la turbidez y también es importante el caudal para evaluar que tanta

concentración de insumos usar porque al tener mayor caudal el agua contaminada requiere mayor aplicación de insumos y a menor caudal este va reduciendo.

Para el análisis del caudal se hizo lectura diaria del caudal de ingreso durante el año 2022 y 2023 dando como resultados en mayor elevación del caudal desde 9:00 a.m. y 1:00 p.m. y reducción de caudal a las 11:00 p.m. hora en donde hay menor operación minera.

- a. Monitoreo mensual del caudal en horas y fechas.
- b. Caudal autorizado como máximo en efluente.
- c. Caudal mínimo.
- d. Promedio de caudal (l/s)
- e. Volumen acumulado del flujómetro.



Figura 10. Análisis de parámetros del agua

Fuente: Elaboración propia

La prueba de insumos con relación a al caudal y turbidez del agua se inició de la operación de la planta de tratamiento inició el 16/06/2022 con variaciones en análisis de la turbidez del agua con valores mayores a 2 NTU por lo cual se necesitó realizar nuevas pruebas de análisis para encontrar la dosis adecuada del floculante y coagulante en valores por debajo de < 2 NTU que son esperados

por la contrata con ayuda del operador de turno se hizo seguimiento del comportamiento de efluente y variación de la turbidez en horarios establecidos por lo que se encontró que en algunos horarios el caudal de agua y la turbidez empiezan a ascender por encima de los 20 NTU y mayores a 120 L/s en las lecturas horarias del día y también existían horarios donde la turbidez desciende hasta los 5 NTU y el caudal se encontraba por debajo de los 40 L/S que eran horarios del turno noche y día, con ayuda de los datos se logró hacer prueba de la dosificación de coagulante y floculante empezando con 90 ml/min de cloruro férrico y 500 ml/10s en caudal de menor flujo y turbidez baja, esa prueba se siguió haciendo hasta poder encontrar la dosificación adecuada según la variación de presentaba el flujo de agua que salía de la bocamina presentando una tabla para su aplicación.

Tabla 7. Dosis adecuada de insumos según parámetros iniciales del agua

NTU	Q	coagulante (cloruro férrico)	floculante(500ml/s)
5-10	<40	<180	10-8
10-25	40-80	240	8-5
25-40	80-120	320	5-3
40>	120-160>	380	3-2.5

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.1. Generación y sedimentación de flóculos en las pozas

Para la evaluación de la correcta formación de flóculos y su sedimentación se observó en la rompe presión de las pozas donde las tuberías hacen que se mezcle la dosis de insumos químicos con el efluente para homogenizarse por medio caída por gravedad haciendo que se distribuye el agua a las 3 pozas y se debe regular para tener un flujo de salida equitativo con la ayuda de manipulación de compuertas se hizo las pruebas en fechas distintas donde dio resultado positivo la aplicación de dosis de cloruro férrico y floculante con relación a la turbidez de ingreso y el caudal de entrada, la correcta aplicación se pudo observar en la rompe presión donde con ayuda de un vaso precipitado se sacó muestra del agua y haciendo que repose por 20 min en ese transcurso del tiempo los flóculos pequeños se unieron y haciéndose más pesados comenzaron a precipitar dejando en la superficie agua sin sedimentos y más clara, los sedimentos mucho más pequeños en el proceso de retención de las 5 horas precipitaron más ayuda del filtro y prefiltros la turbidez descendieron por debajo de

los 2 NTU. Es indispensable para un correcto tratamiento la limpieza continua de canales de trayectoria del agua, paredes, filtro y prefiltros para no alterar los datos de la turbidez como indicador del tratamiento de aguas residuales y la reducción de metales presentes en el agua residual.



Figura 11. Formación de flóculos en el tratamiento de aguas residuales

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2. Efectos de la temperatura, concentración de SST, tiempo de mezcla de reactivos químicos y tiempo de la sedimentación en la remoción de turbidez

La temperatura del agua no influye sobre la remoción de la turbidez, pero tiene relación con la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, para la proliferación de microorganismos como tratamiento de aguas de origen urbano. Los SST tiene relación con la eficiencia de remoción de turbidez porque ambos dan medición de claridad del agua al tener mayor turbidez indica que hay más sólidos en suspensión que hace que el agua se vea turbia, este aspecto de turbia se debe a las partículas dispersas en el agua y sobre las mediciones puede señalar la variación de concentración de SST en el agua. El tiempo de mezcla de los insumos se da mediante la agitación a una velocidad determinada, influye en la velocidad de remoción de turbidez porque cuando más rápido sea la mezcla en el tratamiento los flóculos precipitaran en menor tiempo y el proceso será más rápido. Mientras que el tiempo de sedimentación es primordial porque en esta etapa se ve cuando los sólidos suspendidos empiezan a precipitar mediante la formación de flóculos de mayor tamaño y

el agua empezar a ser más clara, indicio que menciona un adecuado tratamiento en un tiempo transcurrido las partículas más pequeñas empezaran a precipitar.

4.1.4. Toma de muestra y lectura de datos

18/04/2023 con el caudal y turbidez de ingreso en 100 Lt/s y 7.30 NTU



Figura 12. Análisis de dosificación 18 de abril del 2023

Fuente: Elaboración propia

En el transcurso de 4 horas con la dosificación de 380 ml/min de cloruro férrico y floculante de 500ml/3s se logró conseguir una turbidez de 1.52 NTU y 1.64 NTU.

14 de abril de 2023 con un caudal y turbidez de ingreso de 115.50 Lt/s y 7.90 NTU



Figura 13. Análisis de dosificación 14 de abril del 2023

Fuente: Elaboración propia

En el transcurso de 4 horas se obtuvo con dosis de cloruro férrico de 380 ml/s y concentración a 0.1% de floculante en 500 ml/3s la turbidez fue de 1.48 NTU.

13/04/2023 con caudal y turbidez de ingreso de 73.70 Lt/s y 13.3 NTU



Figura 14. Análisis de dosificación 13 de abril del 2023

Fuente: Elaboración propia

En el transcurso de 5 horas del turno noche con la dosificación de 320 ml/min de cloruro férrico y floculante de 500ml/3s se tuvo una turbidez de 1.74 NTU.

El 04/04/2023 con un caudal y turbidez de ingreso de 58.10 Lt/s y 3.47 NTU



Figura 15. Análisis de dosificación 4 de abril del 2023

Fuente: Elaboración propia

En el transcurso de 4 horas, dosificando a 180ml/s de coagulante y 500 ml/8s de floculante se obtuvo una turbidez de 1.01 NTU.

El 29 de marzo de 2023 con un caudal y turbidez de ingreso de 42.20 Lt/s y 4.34 NTU



Figura 16. Análisis de dosificación 29 de marzo de 2023

Fuente: Elaboración propia

En el transcurso del monitoreo se obtuvo dosificando a 150 ml/min de coagulante y 500 ml/8s de floculante se obtuvo una turbidez de 0.80 NTU

El 23 de marzo del 2023 con un caudal y turbidez de ingreso de 58.10 Lt/s y 4.31 NTU



Figura 17. Análisis de dosificación de 23 de marzo de 2023

Fuente: Elaboración propia

El transcurso de monitoreo con la dosificación de 150 ml/s y 8 ml/s de floculante se obtuvo una turbidez de 1.08 NTU

E 15 de febrero de 2023 con un caudal y turbidez de ingreso de 121 Lt/s y 14.7 NTU



15 de febrero de 2023 10:38 a. m.

Figura 18. Análisis de dosificación 15 de febrero de 2023

Fuente: Elaboración propia

El transcurso de 5 horas con una dosificación de 320 ml/min de coagulante y 500 ml/3.2s de floculante se obtuvo una disminución de turbidez a 1.05 NTU

El 23 de enero de 2023 con caudal y turbidez de ingreso 105.2 Lt/s y 8.03 NTU



23 de enero de 2023 9:58 p. m.

Figura 19. Análisis de dosificación 23 de enero de 2023

Fuente: Elaboración propia

En el transcurso de 4 horas con una dosificación de 240 ml/min de coagulante y 500 ml/4.5s de floculante se obtuvo una turbidez de 0.85 NTU.

El 3 de enero de 2023 con caudal y turbidez de ingreso 63.20 L/s y 41.80 NTU



3 de enero de 2023 1:30 p. m.

Figura 20. Análisis de dosificación 3 de enero de 2023

Fuente: Elaboración propia

En el transcurso de 5 horas con una dosificación de 380 ml/min de coagulante y 500ml/3.5s de floculante se obtuvo una turbidez de 1.76 NTU.

4.1.5. Etapa de gabinete

Se hace el registro de los datos en el software Excel anotados en el cuaderno de apuntes de los parámetros de ingreso y salida, registro del consumo de insumos químicos por operación y registro del caudal en 12 horas por día. El registro se realiza de manera diaria al final de realizar la operación de la planta de tratamiento en carpeta de FAR WEST para su interpretación.

Tabla 8. Reporte de insumos empleados de manera diaria

Fecha	Día de la semana	Turno (Día / Noche)	Operador de turno	Motivo de utilización	Insumo químico utilizado (Kg)	
					Cloruro Férrico	Floculante
20/06/22	Lunes	Día	Andy	Dosificación	143.13	2.20
		Noche	Juan	Dosificación	143.13	2.20
21/06/22	Martes	Día	Andy	Dosificación	143.13	2.20
		Noche	Juan	Dosificación	112.46	2.20
22/06/22	Miércoles	Día	Andy	Dosificación	102.02	2.20
		Noche	Juan	Dosificación	97.08	2.20
23/06/22	Jueves	Día	Erick	Dosificación	132.91	2.20
		Noche	Juan	Dosificación	112.46	2.20
24/06/22	Viernes	Día	Erick	Dosificación	143.14	2.20
		Noche	Juan	Dosificación	118.85	2.20
25/06/22	Sábado	Día	Juan	Dosificación	174.66	2.20
		Noche	Erick	Dosificación	143.14	2.20
26/06/22	Domingo	Día	Juan	Dosificación	132.91	2.20
		Noche	Erick	Dosificación	143.14	2.20
Total (Kg)					1842.16	30.80

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Área de registro de datos del monitoreo

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9. Control de turbidez de ingreso y salida. se muestra la reducción de la turbidez según el porcentaje de eficiencia que alcanza en las 4 semanas de monitoreo dando a conocer según los monitoreos que en el mes de julio y agosto se tiene valores que menor eficiencia de reducción de turbidez, julio 4ta semana con un ingreso de turbidez promedio 5.92 se redujo a 1.95 NTU siendo la eficiencia de remoción de 67.05 % y agosto 2da semana con una turbidez promedio de ingreso 5.15 se redujo a 1.72 con una eficiencia de remoción de 66.72%. En los siguientes monitoreos según la tabla señala que en el mes de marzo se tiene mayor % de eficiencia en reducción de turbidez en la 1ra semana con turbidez de ingreso promedio de 17.50 se redujo a 1.69 NTU siendo la eficiencia de remoción de 90.32% y en la 2da semana con una turbidez de ingreso promedio de 30.25 se redujo a 1.69 NTU siendo la eficiencia de remoción de 94.40 %.

Tabla 9. Control de turbidez de ingreso y salida

CONTROL TURBIDEZ (NTU)				
Mes	SEMANA	INGRESO	SALIDA	% de eficiencia
Junio	1ra.	6.29	1.89	70.01
	2da.	7.69	2.09	72.82
	3ra.	8.70	2.09	75.92
	4ta	6.43	1.87	70.98
julio	1ra.	6.43	1.41	78.11

		2da.	8.63	1.81	78.98
		3ra.	9.39	1.97	79.08
		4ta	5.92	1.95	67.05
		1ra.	5.61	1.64	70.76
	Agosto	2da.	5.15	1.72	66.72
		3ra.	10.87	1.79	83.53
		4ta	10.13	1.81	82.09
		1ra.	7.97	1.71	78.58
	Setiembre	2da.	7.96	1.95	75.45
		3ra.	11.08	1.81	83.69
		4ta	12.50	1.83	85.38
		1ra.	5.24	1.66	68.29
	Octubre	2da.	6.73	1.65	75.41
		3ra.	4.90	1.51	69.16
		4ta	7.30	1.44	80.31
		1ra.	5.62	1.60	71.48
	Noviembre	2da.	6.41	1.82	71.69
		3ra.	6.80	1.66	75.56
		4ta	5.71	1.62	71.65
		1ra.	6.43	1.61	74.89
	Diciembre	2da.	6.49	1.94	70.09
		3ra.	6.22	1.74	71.96
		4ta	6.17	1.85	70.06
		1ra.	9.51	1.62	82.95
	Enero	2da.	12.80	1.59	87.55

Febrero	3ra.	13.34	1.69	87.34
	4ta	10.31	1.72	83.29
	1ra.	8.31	1.77	78.72
	2da.	8.72	1.70	80.50
	3ra.	9.99	1.51	84.88
	4ta	8.99	1.58	82.44
Marzo	1ra.	17.50	1.69	90.32
	2da.	30.25	1.69	94.40
	3ra.	8.44	1.27	84.94
	4ta	5.05	1.16	76.93

Fuente: Elaboración propia

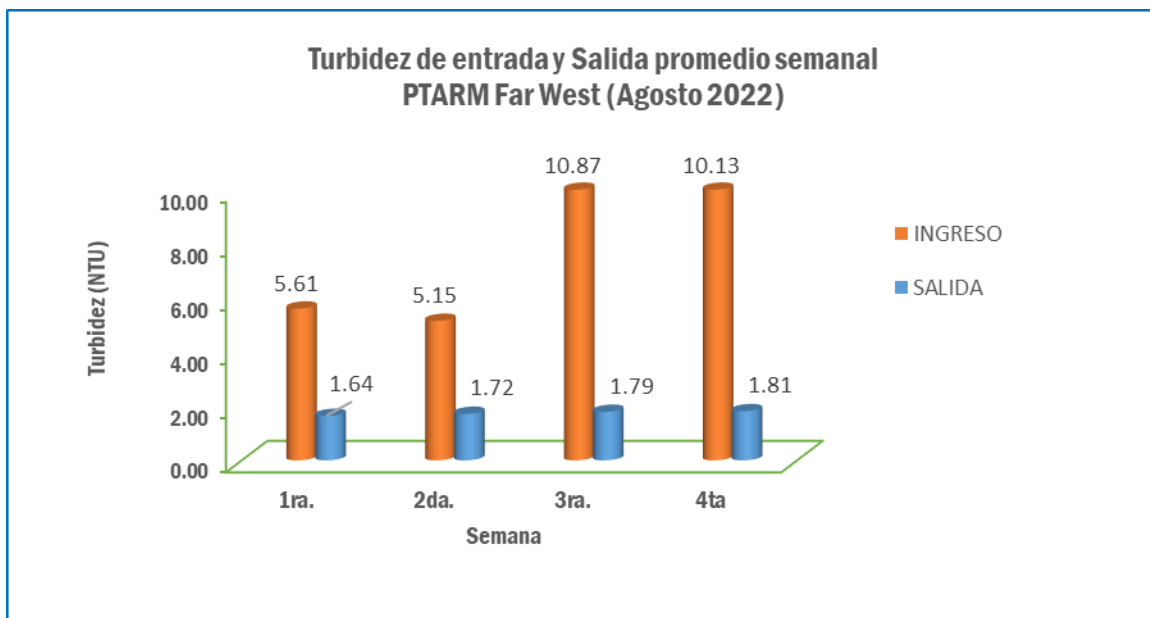


Figura 22. Turbidez de entrada y salida mes de agosto

Fuente: elaboración propia

La turbidez promedio en la entrada al sistema de tratamiento registró un valor de 7.94 NTU, el valor más alto se registró en la tercera semana con 10.87 NTU. El valor promedio de la descarga del agua tratada al cuerpo receptor registró 1.74 NTU, alcanzando una eficiencia en remoción de turbidez de 83.53 %. La variación del caudal por semanas de trabajo se muestra en la Figura 22.

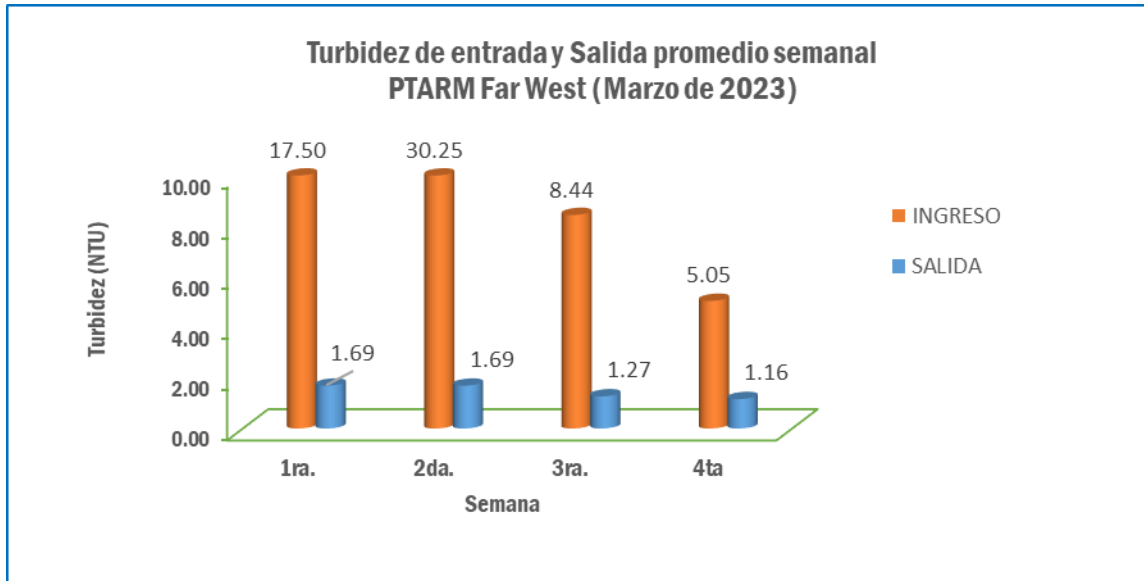


Figura 23. Turbidez de entrada y salida mes de marzo

Fuente: Elaboración propia

La turbidez promedio en la entrada al sistema de tratamiento registró un valor de 15.31 NTU, el valor más alto se registró en la segunda semana con 30.25 NTU. El valor promedio de la descarga del agua tratada al cuerpo receptor registró 1.46 NTU, alcanzando la eficiencia en remoción de turbidez de 90.49 %. La variación del caudal por semanas de trabajo se observa en la Figura 23.

En la Tabla 10 se puede identificar los valores de pH promedio por 4 semanas de cada mes siendo el pH permisible mínimo de 6 y el pH máximo de 9 según el D.S. 010-2010 límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, en los resultados de monitoreo los valores no superan los permisibles en la salida de descarga con mínimo de 7.22 promedio semanal de la primera semana de febrero y el más elevado de 8.03 de salida es en la tercera semana de octubre, los resultados señalan que no hay una variación significativa en el pH que son lo adecuado para descarga de efluente.

Tabla 10. Control de pH de ingreso y salida

Mes	CONTROL pH			pH Mínimo D.S. 010- 2010	pH Máximo D.S. 010- 2010
	SEMANA	INGRESO	SALIDA		
Junio	1ra.	7.68	7.82	6	9
	2da.	7.63	7.72	6	9
	3ra.	7.67	7.80	6	9
	4ta	7.63	7.73	6	9
julio	1ra.	7.75	7.83	6	9
	2da.	7.81	7.95	6	9
	3ra.	7.74	7.82	0	0
	4ta	7.69	7.77	6	9
Agosto	1ra.	7.70	7.81	6	9
	2da.	7.74	7.77	6	9
	3ra.	7.92	7.90	6	9
	4ta	7.81	7.91	6	9
Setiembre	1ra.	7.68	7.79	6	9
	2da.	7.68	7.78	6	9
	3ra.	7.64	7.84	6	9
	4ta	7.70	7.73	6	9
Octubre	1ra.	7.97	8.01	6	9
	2da.	8.00	7.93	6	9
	3ra.	8.09	8.03	6	9
	4ta	8.11	8.02	6	9
Novi embr e	1ra.	7.89	7.90	6	9

		2da.	7.93	8.01	6	9
		3ra.	7.95	7.90	6	9
		4ta	7.93	7.72	6	9
		1ra.	7.87	7.68	6	9
Diciembre		2da.	7.91	7.80	6	9
		3ra.	8.05	8.00	6	9
		4ta	7.88	7.84	6	9
		1ra.	7.86	7.72	6	9
Enero		2da.	7.94	7.83	6	9
		3ra.	7.89	7.71	6	9
		4ta	7.79	7.76	6	9
		1ra.	7.88	7.22	6	9
Febrero		2da.	7.87	7.87	6	9
		3ra.	7.82	7.91	6	9
		4ta	7.81	7.84	6	9
		1ra.	7.76	7.79	6	9
Marzo		2da.	7.77	7.75	6	9
		3ra.	7.78	7.69	6	9
		4ta	7.72	7.74	6	9

Fuente: Elaboración propia

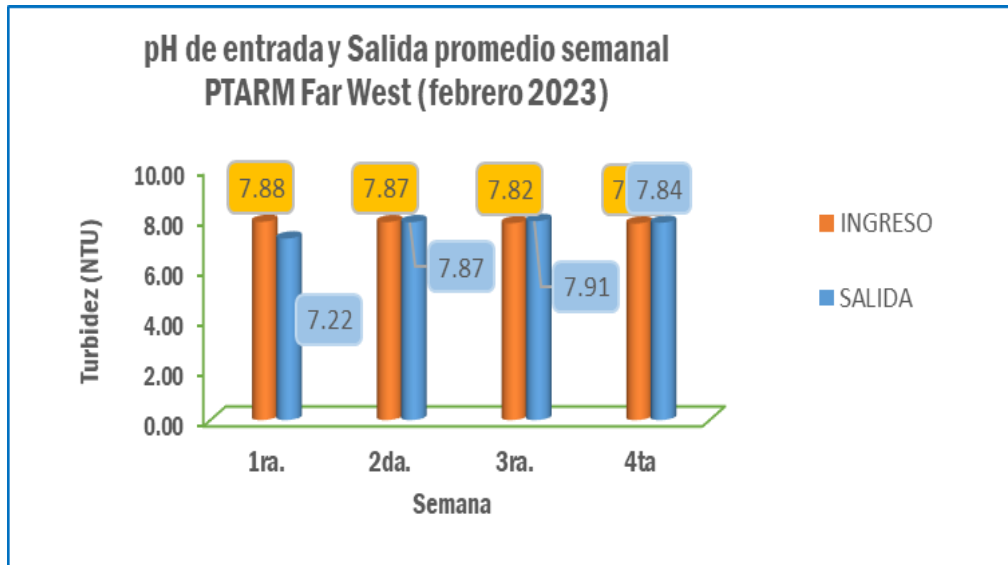


Figura 24. Control de pH de ingreso y salida mes febrero

Fuente: Elaboración propia

El pH promedio de la entrada al sistema de tratamiento alcanzó un valor promedio de 7.85, el valor más bajo se registró en la cuarta semana con 7.81. El valor promedio del pH en la descarga del agua tratada al cuerpo receptor registró un valor de 7.71, valor que se encuentra dentro de los LMP estipulados en la norma para descarga de efluentes. La variación del pH por semanas de trabajo se muestra en la Figura 24.

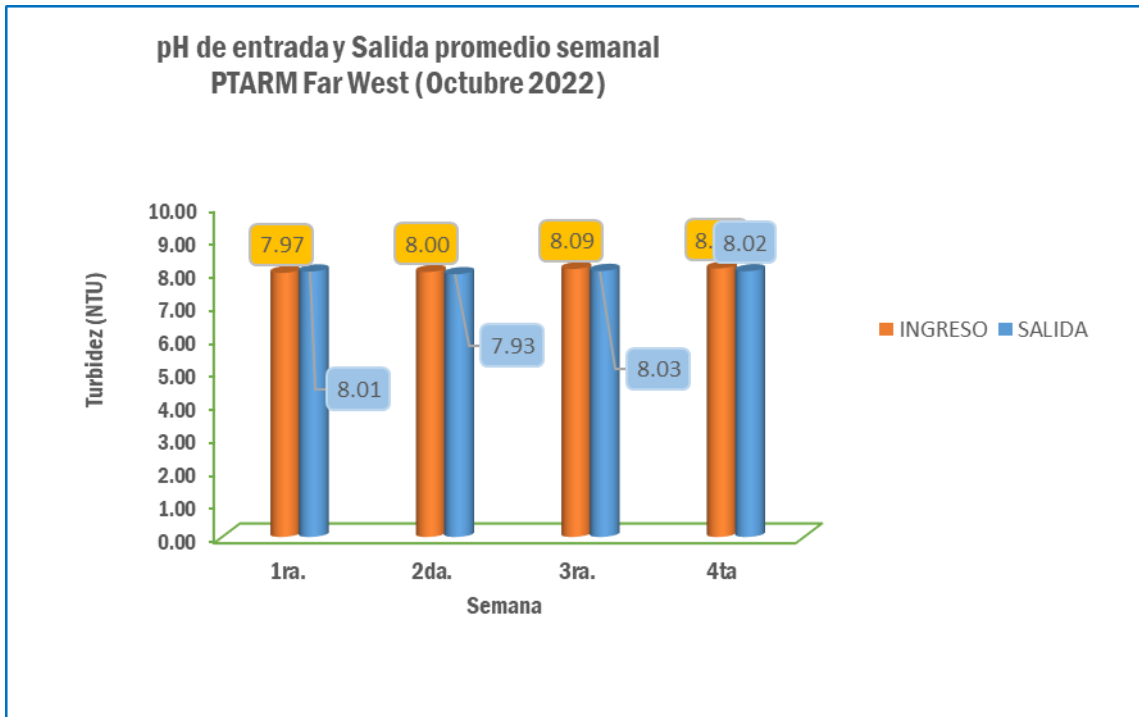


Figura 25. Control de pH de ingreso y salida mes de octubre

Fuente: Elaboración propia

El pH promedio de la entrada al sistema de tratamiento alcanzó un valor promedio de 8.04, el valor más bajo se registró en la primera semana con 7.97. El valor promedio del pH en la descarga del agua tratada al cuerpo receptor registró un valor de 8.00, valor que se encuentra dentro de los LMP estipulados en la norma para descarga de efluentes. La variación del pH por semanas de trabajo se aprecia en la Figura 25.

En la Tabla 11 se tiene los resultados de monitoreo por semana de los meses de junio del 2022 hasta marzo del 2023 donde se tomó monitoreo de la conductividad eléctrica de ingreso y salida del agua residual de bocamina R2 tomando como resultado que el valor promedio mensual de conductividad siendo el más bajo del mes de Marzo entre la 3ra y 4ta con valores de 692 y 684 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y los valores más elevado en el mes de diciembre con valor promedio en la 4ta semana de salida de la descarga de 758 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Los resultados son comparados con los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del agua, siendo de categoría 4: En conservación del ambiente acuático, subcategoría E2: ríos de costa y sierra, aprobado según Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM” los efluentes destinados al río Llacuabamba son comparados respecto a la normativa del ECA y su categoría correspondiente

que se encuentra largo de la subcuenca del río Parcoy, la conductividad permisible para la categoría 4 en río de la costa y sierra es de 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ lo que nos indica que los resultados de monitoreo están por debajo del límite permisible y son los adecuados para el río Llacuabamba.

Tabla 11. Control de ingreso y salida de conductividad eléctrica

CONTROL DE LA CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{s}/\text{cm}$)			
Mes	SEMANA	INGRESO	SALIDA
Junio	1ra.	755	712
	2da.	774	737
	3ra.	772	733
	4ta	764	757
julio	1ra.	752	738
	2da.	767	742
	3ra.	754	731
	4ta	752	736
Agosto	1ra.	766	744
	2da.	756	747
	3ra.	749	712
	4ta	774	761
Setiembre	1ra.	753	747
	2da.	761	745
	3ra.	753	730
	4ta	676	720
Octubre	1ra.	736	729
	2da.	713	719
	3ra.	706	702

	4ta	733	723
Noviembre	1ra.	703	720
	2da.	735	735
	3ra.	746	741
	4ta	707	724
Diciembre	1ra.	737	730
	2da.	722	718
	3ra.	744	742
	4ta	759	758
Enero	1ra.	739	739
	2da.	753	745
	3ra.	776	741
	4ta	736	734
Febrero	1ra.	736	727
	2da.	718	731
	3ra.	740	738
	4ta	716	723
Marzo	1ra.	721	733
	2da.	694	714
	3ra.	669	692
	4ta	675	684

Fuente: Elaboración propia

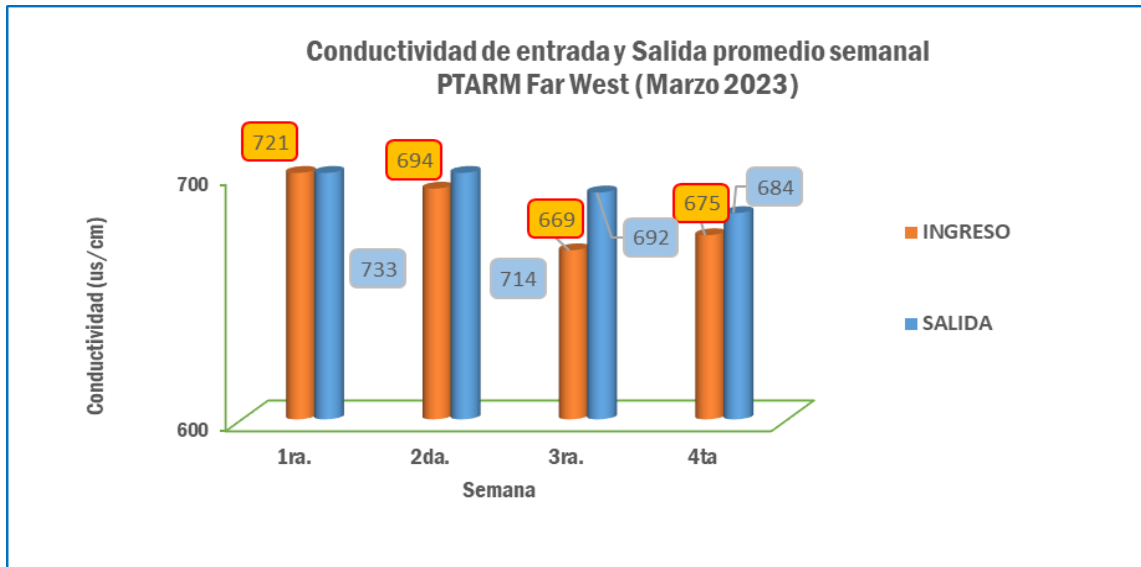


Figura 26. Control de conductividad eléctrica mes de marzo

Fuente: Elaboración propia

El parámetro de conductividad a ingreso del sistema de tratamiento alcanzó un valor promedio de 689.52 uS/cm, el valor más alto se registró en la primera semana con registro de 721.21 μ S/cm. El valor promedio de la descarga del agua tratada al cuerpo receptor registró un valor de 705.78 uS/cm, el cual se encuentra en un rango aceptable ya que indica la poca presencia de iones metálicos y no metálicos en el agua. Las variaciones de la conductividad se presentan en la Figura 26.

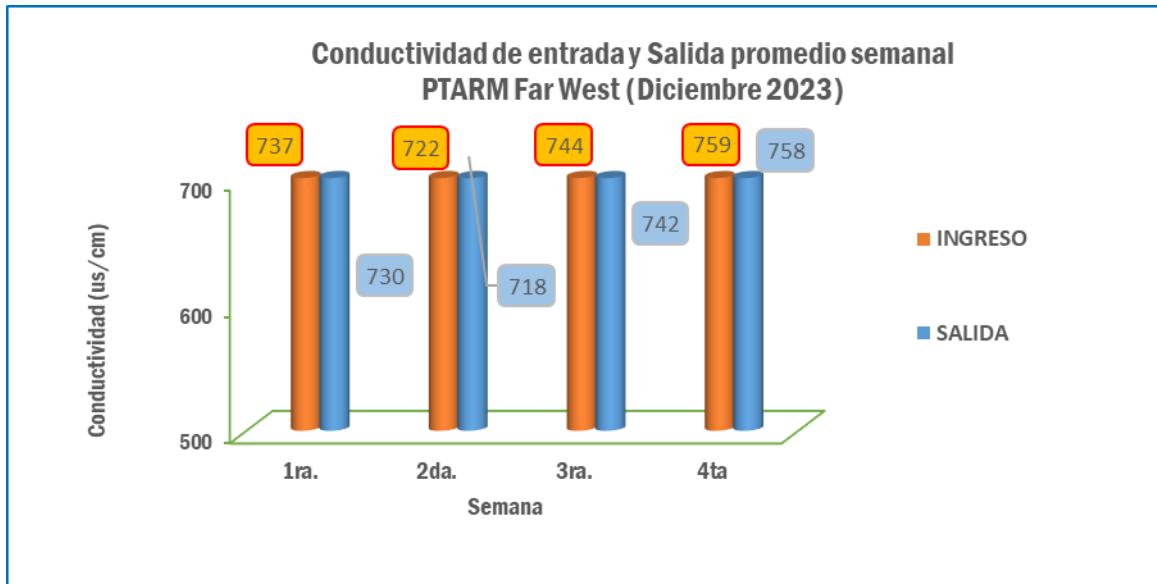


Figura 27. Control de conductividad eléctrica mes de diciembre

Fuente: Elaboración propia

El parámetro de conductividad a ingreso del sistema de tratamiento alcanzó un valor promedio de 740.23 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el valor más alto se registró en la cuarta semana con registro de 759 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor promedio de la descarga del agua tratada al cuerpo receptor registró un valor de 736.78 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el cual se encuentra en un rango aceptable ya que indica la poca presencia de iones metálicos y no metálicos en el agua. Las variaciones de la conductividad se presentan en la Figura 27.

En la Tabla 12 se muestra el promedio semanal de caudal en los meses de junio de 2022 hasta marzo del 2023 donde los resultados señalan la variación de caudal de cada mes, en la lectura de datos se obtuvo valores de salida de agua tratada siendo los más bajos de caudal promedio en 1ra y 2da semana del mes de junio con un valor de 66.94 l/s y 64.05 l/s y como valores más altos promedio por semana fueron en la 2da semana de noviembre y en la 4ta semana de diciembre con valores promedio semanal de 88.67 l/s y 88.00 l/s. la lectura de datos son aceptables porque no superan el caudal autorizado propuesto por compañía encargada de la operación.

Tabla 12.Relación de caudal de salida de PTARM

Caudal de salida			
Mes	SEMANA	SALIDA	Caudal Autorizado (L/s)
Junio	1ra.	66.94	180.2
	2da.	64.05	180.2
	3ra.	80.37	180.2
	4ta	73.79	180.2
julio	1ra.	75.72	180.2
	2da.	73.83	180.2
	3ra.	77.83	180.2
	4ta	74.08	180.2
Agosto	1ra.	66.94	180.2
	2da.	64.05	180.2
	3ra.	80.37	180.2
	4ta	73.79	180.2
Setiembre	1ra.	71.30	180.2
	2da.	72.10	180.2
	3ra.	77.90	180.2
	4ta	77.70	180.2
Octubre	1ra.	77.65	180.2
	2da.	74.11	180.2
	3ra.	78.33	180.2
	4ta	74.75	180.2

Noviembre	1ra.	78.15	180.2
	2da.	88.67	180.2
	3ra.	72.73	180.2
	4ta	75.72	180.2
Diciembre	1ra.	75.30	180.2
	2da.	82.79	180.2
	3ra.	94.03	180.2
	4ta	88.00	180.2
Enero	1ra.	71.01	180.2
	2da.	78.28	180.2
	3ra.	72.89	180.2
	4ta	78.34	180.2
Febrero	1ra.	81.75	180.2
	2da.	75.80	180.2
	3ra.	67.87	180.2
	4ta	67.03	180.2
Marzo	1ra.	72.65	180.2
	2da.	68.14	180.2
	3ra.	65.60	180.2
	4ta	66.35	180.2

Fuente: Elaboración propia

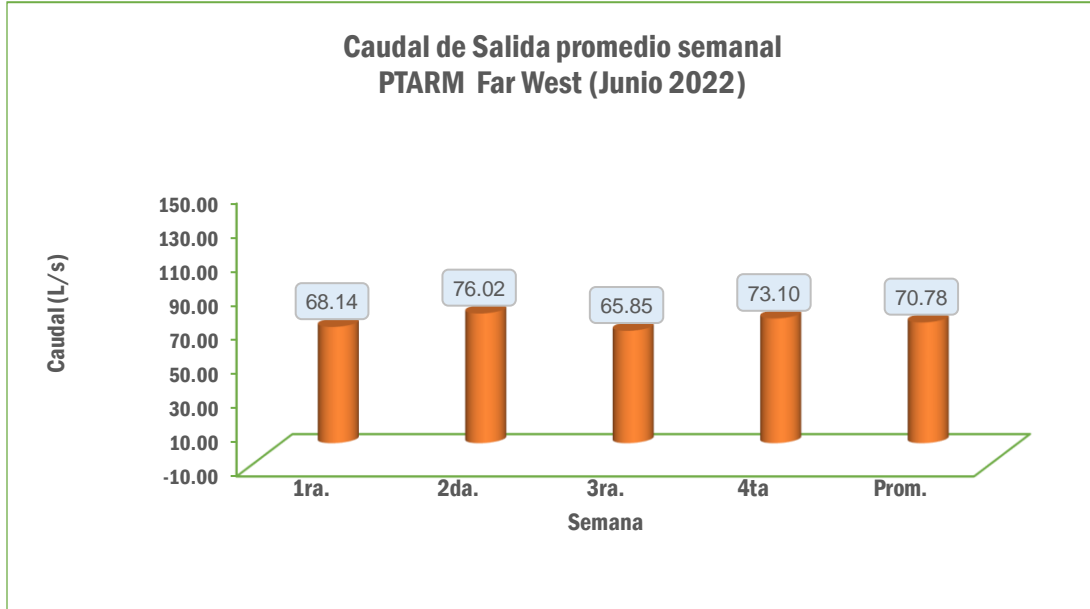


Figura 28. Relación de caudal de salida mes de junio

Fuente: Elaboración propia

El caudal promedio de salida de planta para este mes es de 70.78 (L/s), el valor más alto se registró en la segunda semana con un promedio de 76.02 (L/s). La lectura del caudal se toma en la descarga de agua tratada, el cual será vertido al cuerpo receptor cumpliendo con los parámetros que estipula los Niveles Máximos Permisibles en cumplimiento a la norma D.S 010-2010 MINAM.

El caudal que se vierte al cuerpo receptor se encuentra por debajo del caudal autorizado por la autoridad competente de 180.2 (L/s).

La variación del caudal por semanas de trabajo se muestra en la Figura 28.

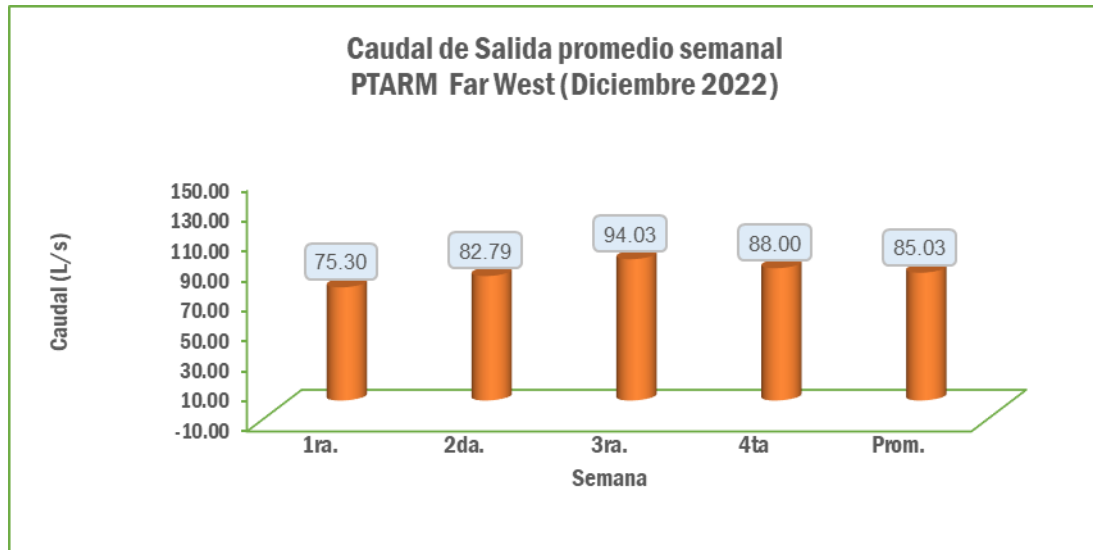


Figura 29. Relación de caudal de salida mes de diciembre

Fuente: Elaboración propia

El caudal promedio de salida de planta para este mes es de 85.03 (L/s), el valor más alto se registró en la tercera semana con un promedio de 94.03 (L/s). La lectura del caudal se toma en la descarga del agua tratada, el cual será vertido al cuerpo receptor cumpliendo con los parámetros que estipula los Niveles Máximos Permisibles en cumplimiento a la norma D.S 010-2010 MINAM.

El caudal que se vierte al cuerpo receptor se encuentra por debajo del caudal autorizado por la autoridad competente de 180.2 (L/s).

La variación del caudal por semanas de trabajo se muestra en la Figura 29.

En la Tabla 13 se tiene la relación del consumo de coagulante y floculante de manera mensual, con respecto al coagulante este varía respecto a la temporada del año y al comportamiento del agua, a diferencia del consumo de floculante que no hay una variación muy alta porque está relacionado a la preparación a una concentración estipulada y al cambio del caudal.

Tabla 13. Consumo promedio mensual de insumos químicos

CONSUMO MENSUAL DE INSUMOS		
Mes	Cloruro Férrico	Floculante
Junio	7895.64	139.09
Julio	7329.01	139.70
Agosto	6999.48	170.70
Setiembre	6797.80	133.00
Octubre	7518.02	136.40
Noviembre	7138.64	132.00
Diciembre	7425.65	136.40
Enero	8006.76	136.60
Febrero	4713.12	101.20
Marzo	5814.78	130.05

Fuente: Elaboración propia

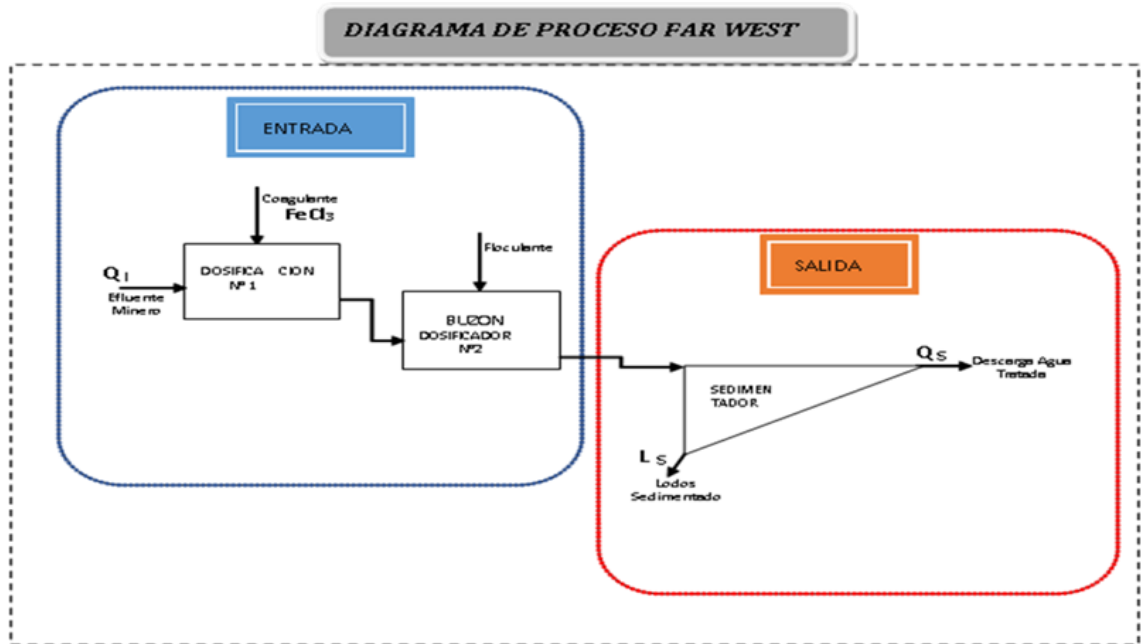


Figura 30. Diagrama de procesos de la PTARM Far West

Fuente: Informe de gestión ambiental Sodexo

En la Figura 30. Diagrama de procesos de la PTARM Far West se tiene los 4 sistemas de tratamiento que inicia con la adición de $FeCl_3$ a la dosis estipulada, por siguiente a la adición de floculante preparado en solución, después de ello llega a las pozas para sedimentarse en donde se generan la acumulación de lodos y por último llega a una etapa de filtración para solo tener agua clarificada según los parámetros establecidos.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Hipótesis específica 1

La dosis de coagulante y floculante influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas

4.2.1.1. Diagrama de dispersión dosis de coagulante y eficiencia de remoción de turbidez

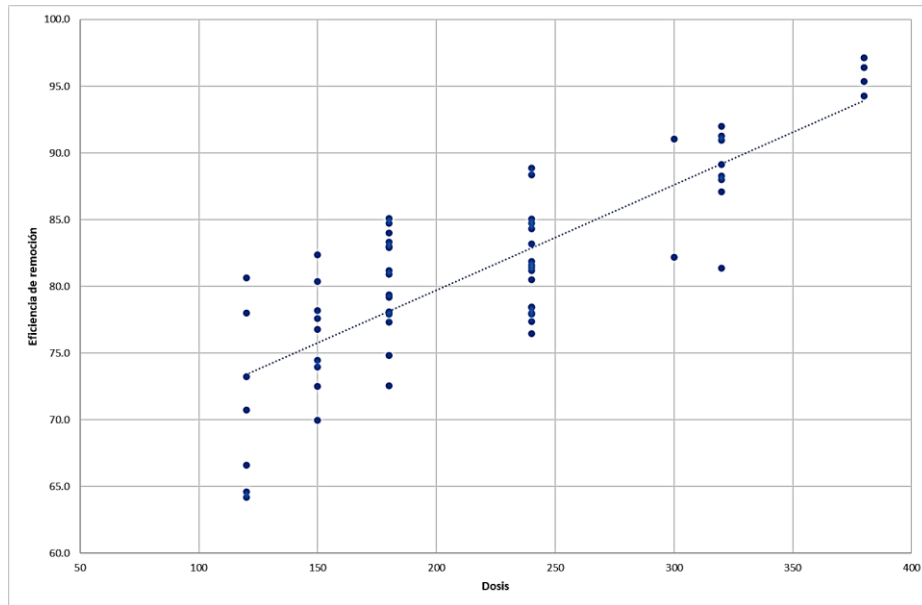


Figura 31. Diagrama de dispersión de dosis de coagulante con remoción de turbidez

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2. Prueba de normalidad

Haciendo uso del análisis del software IBM SPSS se realiza la prueba de Kolmogorov Smirnov que permitirá medir la concordancia que existe entre el conjunto de datos de monitoreo, con el objetivo de ver si los datos tienen distribución normal, lo cual es señalado con el análisis de sig (Pvalor).

Tabla 14. Prueba de normalidad hipótesis específica 1

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov^a (n>50)		
	Estadístico	gl	Sig (Pvalor)
Dosis de coagulante	0,205	62	0,000
Eficiencia remoción de turbidez	0,080	62	0,200*
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

Los datos de dosis de coagulante no siguen una distribución normal ($\text{sig} < 0.05$)

Los datos de la eficiencia si siguen una distribución normal ($\text{sig} > 0.05$)

4.2.1.3. Prueba de Spearman

Dado que uno de los datos no es normal (dosis de coagulante) no se cumple el supuesto por lo que se hace la prueba de Spearman cuyos resultados son:

Tabla 15. Prueba de Spearman hipótesis específica 1

Correlaciones				
			Dosis de coagulante	Eficiencia remoción de turbidez
Rho de Spearman	Dosis de coagulante	Coefficiente de correlación	1,000	0,763**
		Sig. (bilateral)	.	0,000
		N	62	62
	Eficiencia remoción de turbidez	Coefficiente de correlación	0,763**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,000	.
		N	62	62
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

Fuente: Elaboración propia

El índice de correlación de Spearman $r=0.763$.

Existe correlación significativa entre las variables dosis de coagulante y eficiencia remoción de turbidez dado que ($\text{sig} \leq 0.05$).

4.2.2. Hipótesis específica 2

El caudal del efluente influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.

4.2.2.1. Diagrama de dispersión caudal de efluente con eficiencia de remoción de turbidez

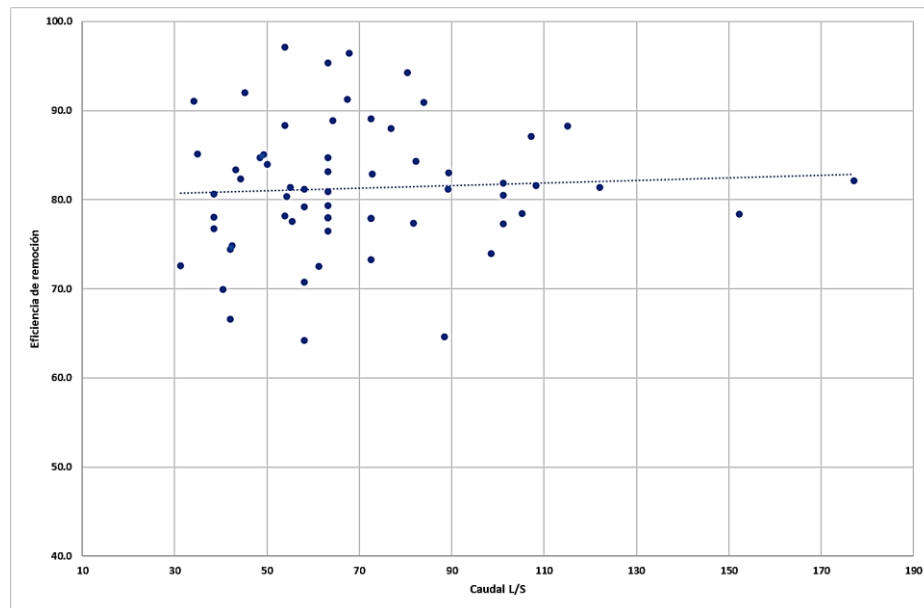


Figura 32. Diagrama de dispersión de caudal de efluente con remoción de turbidez

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.2. Prueba de normalidad

Haciendo uso del análisis del software IBM SPSS se realiza la prueba de Kolmogorov Smirnov que permitirá medir la concordancia que existe entre el conjunto de datos de monitoreo, con el objetivo de ver si los datos tienen distribución normal, lo cual es señalado con el análisis de sig (Pvalor).

Tabla 16. Prueba de normalidad hipótesis específica 2

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov^a (n>50)		
	Estadístico	gl	Sig (Pvalor)
Caudal del efluente	0,155	62	0,001
Eficiencia remoción de turbidez	0,080	62	0,200*
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

Los datos de caudal del efluente no siguen una distribución normal ($\text{sig} < 0.05$)

Los datos de la eficiencia remoción de turbidez si siguen una distribución normal ($\text{sig} > 0.05$)

4.2.2.3. Prueba de Spearman

Dado que uno de los datos no es normal (caudal del efluente) no se cumple el supuesto por lo que se hace la prueba de Spearman cuyos resultados son:

Tabla 17. Prueba de Spearman hipótesis específica 2

Correlaciones				
			Caudal del efluente	Eficiencia remoción de turbidez
Rho de Spearman	Caudal del efluente	Coefficiente de correlación	1,000	0,112
		Sig. (bilateral)	.	0,386
		N	62	62
	Eficiencia remoción de turbidez	Coefficiente de correlación	0,112	1,000
		Sig. (bilateral)	0,386	.
		N	62	62

Fuente: Elaboración propia

El índice de correlación de Spearman $r=0.112$.

No existe correlación significativa entre las variables caudal del efluente y eficiencia remoción de turbidez dado que ($\text{sig} > 0.05$).

4.2.3. Hipótesis específica 3

El pH del efluente influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.

4.2.3.1. Diagrama de dispersión pH inicial con eficiencia de remoción de turbidez

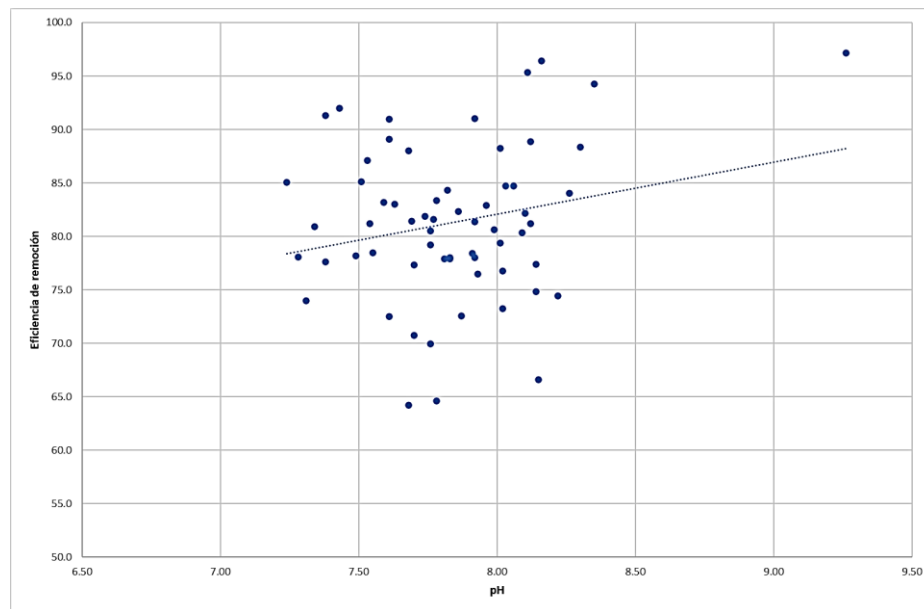


Figura 33. Diagrama de dispersión de pH de ingreso con remoción de turbidez

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2. Prueba de normalidad

Haciendo uso del análisis del software IBM SPSS se realiza la prueba de Kolmogorov Smirnov que permitirá medir la concordancia que existe entre el conjunto de datos de monitoreo, con el objetivo de ver si los datos tienen distribución normal, lo cual es señalado con el análisis de sig (Pvalor).

Tabla 18. Prueba de normalidad hipótesis específica 3

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov^a (n>50)		
	Estadístico	gl	Sig (Pvalor)
pH inicial	0,084	62	0,200*
Eficiencia remoción de turbidez	0,080	62	0,200*
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

Los datos de pH inicial si siguen una distribución normal (sig>0.05)

Los datos de la eficiencia remoción de turbidez si siguen una distribución normal (sig>0.05)

4.2.3.3. Prueba de Pearson

Dado que los dos datos son normales (pH inicial y eficiencia remoción de turbidez) se cumple el supuesto por lo que se hace la prueba de Pearson cuyos resultados son:

Tabla 19. Prueba de Pearson hipótesis específica 3

Correlaciones			
		pH inicial	Eficiencia remoción de turbidez
pH inicial	Correlación de Pearson	1	0,220
	Sig. (bilateral)		0,086
	N	62	62
Eficiencia remoción de turbidez	Correlación de Pearson	0,220	1
	Sig. (bilateral)	0,086	
	N	62	62

Fuente: Elaboración propia

El índice de correlación de Pearson $r=0.220$.

No existe correlación significativa entre las variables pH inicial y eficiencia remoción de turbidez dado que ($\text{sig} > 0.05$).

4.2.4. Hipótesis específica 4

La conductividad del efluente influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas.

4.2.4.1. Diagrama de dispersión conductividad eléctrica con eficiencia de remoción de turbidez

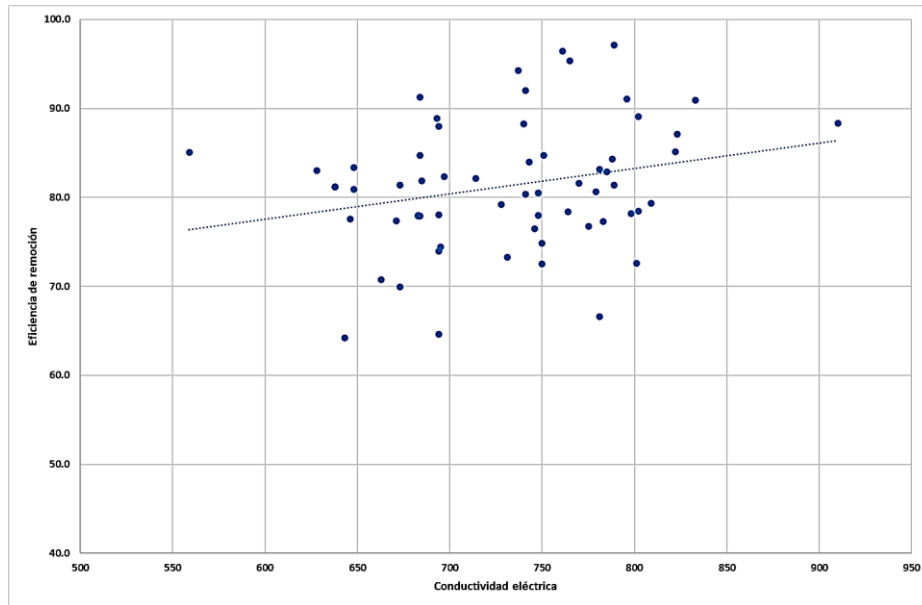


Figura 34. Diagrama de dispersión de conductividad eléctrica con remoción de turbidez

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2. Prueba de normalidad

Haciendo uso del análisis del software IBM SPSS se realiza la prueba de Kolmogorov Smirnov que permitirá medir la concordancia que existe entre el conjunto de datos de monitoreo, con el objetivo de ver si los datos tienen distribución normal, lo cual es señalado con el análisis de sig (Pvalor).

Tabla 20. Prueba de normalidad hipótesis específica 4

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov^a (n>50)		
	Estadístico	gl	Sig (Pvalor)
Conductividad eléctrica	0,111	62	0,054
Eficiencia remoción de turbidez	0,080	62	0,200*
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

Los datos de conductividad eléctrica si siguen una distribución normal ($\text{sig} > 0.05$)

Los datos de la eficiencia remoción de turbidez si siguen una distribución normal ($\text{sig} > 0.05$)

4.2.4.3. Prueba de Pearson

Dado que los dos datos son normales (conductividad eléctrica y eficiencia remoción de turbidez) se cumple el supuesto por lo que se hace la prueba de Pearson cuyos resultados son:

Tabla 21. Prueba de Pearson hipótesis específica 4

Correlaciones			
		Conductividad eléctrica	Eficiencia remoción de turbidez
Conductividad eléctrica	Correlación de Pearson	1	0,250
	Sig. (bilateral)		0,050
	N	62	62
Eficiencia remoción de turbidez	Correlación de Pearson	0,250	1
	Sig. (bilateral)	0,050	
	N	62	62

Fuente: Elaboración propia

El índice de correlación de Pearson $r=0.250$.

Existe una correlación significativa entre las variables conductividad eléctrica y eficiencia remoción de turbidez dado que ($\text{sig} \leq 0.05$).

4.3. Discusion de resultados

Los resultados que se encontraron indican el uso de coagulante cloruro férrico y floculante preparado tienen una eficiencia de remoción de turbidez en 66.72% antes de tener la concentración adecuada, hasta la aplicación optima logrando una eficiencia de 94.40% en su aplicación, lo descrito nos corrobora en su investigación de Chávez y Salazar (26). Hacen mención al uso de floculante sulfato de aluminio y policloruro de aluminio llegan a tener una eficiencia de 79.73% y 87.95% que se logró alcanzar respecto a la dosis optima en el tratamiento de efluentes residuales en reducir los metales presentes.

La generación de flóculos en las pozas de sedimentación se realiza por medio de agitación continua desde a implementación de cloruro férrico y floculante hasta ser transportados hacia la rompe presión en caída por medio de gravedad donde los insumos y el efluente son homogenizados para luego así seguir con la formación y precipitación de flóculos. Según Briones (28). En su trabajo de investigación mencionan que a más alta velocidad de agitación mecánica se aumentan la remoción de impurezas hasta el 90% de la turbidez inicial, con el uso de floculante natural y comercial a diferentes dosis y RPM se lograron conseguir resultados adecuados en 10 mg/600ml a 50 RPM y 8 mg/600ml a 60RPM según los ensayos para una dosis optima y velocidad de RPM.

En la constatación de la hipótesis específica 1. La dosis de coagulante y floculante influye en la reducción de turbidez en el tratamiento de drenaje minero (DAM) de la empresa minera aurífera Retamas. Según la Tabla 15 dosis de coagulante y eficiencia remoción de turbidez se acepta la hipótesis dado que ($\text{sig} < 0.05$) por lo que si se tiene correlación entre ambas variables. Según el estudio de Huamán y Romero (33) en su trabajo de investigación de aplicación de procesos de coagulación y floculación con fosfato dipotásico influye en pH (< 0.005) siendo menor a (0.05) lo cual se acepta lo planteado en la hipótesis respecto al tratamiento de drenaje minero.

Con referencia a la hipótesis específica 1, la relación que tiene la dosis en eficiencia remoción de turbidez se pudo establecer la dosis optima, deduciendo así que a medida que se eleva la dosificación la eficiencia de remoción aumenta como se presenta en la Figura 20 y en la Figura 18 con una dosis de 380 y 320 ml/min teniendo así una eficiencia de remoción de 91.3 y 95.4% registrados en el anexo 9 de análisis de datos de monitoreo. Los resultados coinciden con lo presentado por Caruajulca Díaz (31), en su investigación menciona que la dosis optima de coagulante cloruro férrico influye en la remoción de turbidez y que a medida que se eleva la dosis

mejora la eficiencia que se estima entre 529 a 733 ppm alcanzado una remoción de turbidez a nivel de laboratorio de 99.31% y en analizado en planta de tratamiento se tiene 96.91%.

El coeficiente de correlación de Spearman y Pearson que se obtuvo mediante análisis de recopilación de datos de monitoreo entre las variables de dosis de coagulante, caudal, pH y conductividad eléctrica se presentan en valores de correlación 0.763, 0.112, 0.220 y 0.250 por lo que se deduce que la variable de dosis de coagulante tiene mayor correlación con eficiencia de remoción de turbidez con respecto a las demás variables siendo la que influye ante reducción de contaminantes en el agua. En el estudio realizado por Ana Morales, Ramírez Caballero y otros (23), emplean el coeficiente de correlación de Pearson en las variables de pH, la conductividad eléctrica, color del efluente, turbiedad y dosis de polímero que se presentan en la matriz de correlación en valores de 0.757; 0.615; 0.712; 0.743 y 0.404 lo que señala que la correlación no es muy elevada, concluyendo que la aplicación de coagulante es determinado por el pH, color, la conductividad eléctrica y turbidez.

CONCLUSIONES

- Mediante el método de coagulación – floculación se logró reducir la turbidez del efluente de drenaje minero, verificado según el índice de correlación de Spearman entre dosis y eficiencia de remoción sobre la asociación de sus valores asignados en el rango de dosis señalado en la Tabla 7 teniendo como resultados turbidez por debajo de los 2 NTU que se presentan en la toma de muestra y lectura de datos, teniendo como parámetro de dosis “turbidez inicial y caudal” alcanzando así turbidez de 1.64; 1.48; 1.74; 1.01; 0.80; 1.08; 1.05; 0.85; 1.76 NTU.
- Mediante el uso de software IBM SPSS se conoce que si hay correlación entre dosis de coagulante y la eficiencia de remoción de turbidez con coeficiente de correlación $r = 0.763$ teniendo una eficiencia más elevada en los meses de enero, febrero y marzo que llegan desde los 80.5 – 94.40 en eficiencia de remoción, como promedio semanal en control de turbidez de efluente de drenaje minero de bocamina R2.
- Se deduce que mediante el uso de SPSS para hallar la relación del caudal y reducción de turbidez no hay correlación entre ambas variables porque el índice de correlación de Spearman es $r = 0.112$ y ($\text{sig.} > 0.05$). pero si influye como parámetro para hallar la dosis adecuada de coagulante – floculante como se presenta en la Tabla 7 en caudal (Q) con rango desde <40 – 160 L/s medidos en el flujómetro para su lectura.
- Según prueba de normalidad y el índice de correlación de Pearson se conoce que la variable pH y eficiencia de remoción de turbidez no tienen correlación significativa porque $r = 0.220$ y ($\text{sig.} > 0.05$), lo que demuestra que el valor de pH no influye en reducción de turbidez pero si como para metro de calidad del agua, el valor de pH de ingreso y salida está en un rango de promedio semanal de 7 – 8 presente en la Tabla 10 de control de pH, esto se debe a que hay un proceso anterior de tratamiento en la captación interior mina como se muestra en la Figura 9. Diagrama de flujo Sistema de Tratamiento de Agua Residual de Mina – PTARM FAR WEST (R-2).
- Mediante la prueba de normalidad y de Pearson se concluye que si hay correlación significativa entre la variable conductividad eléctrica con eficiencia de remoción de turbidez porque el índice de correlación es de $r = 0.250$ y ($\text{sig.} \leq 0.05$), teniendo como valores de promedio semanal por debajo de los 1000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en la Tabla 11. Control de ingreso y salida de conductividad eléctrica, según ECA de agua categoría 4, E:2 ríos (costa y sierra).
- En los análisis de datos haciendo uso del coagulante cloruro férrico y floculante con la dosificación variable según las características iniciales del agua se pudo demostrar que el flujo

de la dosis influye considerablemente en la reducción de la turbidez y mejora la calidad del agua. Los parámetros físicos-químicos para ser analizados (pH, conductividad eléctrica, turbidez) no superan los LMP establecidos para descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicos en concentración de Fe, Cd, Cu, Fe, Pb, Zn, As y STS que son dispuestos en el cuerpo receptor río Llacuabamba de categoría 4 según el ECA de agua.

- De acuerdo con los resultados los valores de los parámetros en promedio semanal no exceden lo establecido, teniendo valores de turbidez 1.72 NTU y 1.69 NTU, potencial de hidrogeno de 7.22 y 8.03 que se encuentran dentro del rango permisible y valor de conductividad eléctrica de 684 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 758 $\mu\text{s}/\text{cm}$ que está por debajo de los 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ según ECA de agua y caudal < 180.2 autorizado en descarga de efluente.
- En la presente investigación se pudo determinar a diferentes tratamientos la dosis adecuada de insumos químicos para conseguir la relación que existe entre las dos variables según las características del efluente esta se determinó mediante análisis de monitoreo y en precipitación de flóculos en la poza de sedimentación con observación de recipiente graduado. También se pudo determinar la influencia que tienen la limpieza de sedimentos en mejorar la calidad del agua como evacuación de lodos, limpieza de buzones, equipos de dosificación y filtro-prefiltro.

RECOMENDACIONES

- Hacer seguimiento de la calidad del agua según la temporada del año y la implementación de nuevos procesos de operación minera, para adecuar la aplicación óptima de insumos químicos en el tratamiento de los efluentes y así evitar su uso excesivo e innecesario, como también la dosificación ineficiente del agua a tratar.
- Para futuros estudios de la U.E.A Retamas realizar análisis en otros puntos de descarga de efluentes, para identificar el comportamiento que tiene la dosis con otras características del agua.
- Se recomienda el uso del óxido de calcio (lechada de cal) para neutralizar con mayor eficiencia el potencial de hidrogeno, incorporándolo a los procesos de tratamiento de la PTARM Far West para ver el comportamiento que puede impactar en los procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración.
- Se sugiere poder aplicar diferente tratamiento según la variación de las características del agua con el fin de lograr maximizar la reducción de metales pesados, aceites y grasas, por consiguiente, de esta manera aportar a la base científica para poder sumar a la línea de investigación con la finalidad de lograr resolver los distintos problemas ambientales sobre la región de La Libertad.

REFERENCIAS

1. NACIONES UNIDAS, ONU. Objetivo 6—Hacer frente al reto: posibilitar el acceso al agua limpia y potable en todo el mundo | Naciones Unidas. *United Nations*. Online. 2015. [Accessed 7 August 2023]. Available from: <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-6-hacer-frente-al-reto-posibilitar-el-acceso-al-agua-limpia-y-potable-en-todo-el-mundo>
2. IAGUA. Gestión, tratamiento y reutilización de agua para el sector minero en latinoamérica. *iAgua*. Online. 20 October 2021. [Accessed 7 August 2023]. Available from: <https://www.iagua.es/noticias/almar-water-solutions/gestion-tratamiento-y-reutilizacion-agua-sector-minero-latinoamerica>
3. GRANDE GIL, Jose Antonio. *Drenaje ácido de mina en la faja pirítica ibérica: técnicas de estudio e inventario de explotaciones*. . España : Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 2016. ISBN 978-84-16061-54-9. Google-Books-ID: 5z48DAAAQBAJ
4. ECHAVARRIA, Cristina. El agua y la minería: ¿Qué implica el liderazgo? *ARM*. Online. 24 April 2018. [Accessed 7 August 2023]. Available from: <https://www.responsiblemines.org/2018/04/agua-y-mineria/>
5. OBSERVATORIO ECONÓMICO LATINOAMERICANO, Priscila Martínez. La contaminación del agua en la minería | Observatorio Económico Latinoamericano OBELA. *obela.org*. Online. 4 September 2021. [Accessed 7 August 2023]. Available from: <https://www.obela.org/analisis/la-contaminacion-del-agua-en-la-mineria>
6. TOVAR, Jorge. El aguasubterránea en el medio ambiente minero. *minem*. 2021. P. 15.
7. CARRILLO, Jimmy. Minería ilegal. *Prevenir Amazonía*. Online. 2018. [Accessed 7 August 2023]. Available from: <https://preveniramazonia.pe/delito-ambiental/mineria-ilegal/>
8. DÍAS, Alejandra. La Libertad: contaminación causada por minera afecta salud de pobladores en Parcoy | observatorio de conflictos mineros de américa latina. Online. 25 November 2019. [Accessed 7 August 2023]. Available from: <https://www.ocmal.org/la-libertad-contaminacion-causada-por-minera-afecta-salud-de-pobladores-en-parcoy/>

9. AGUILAR, Mery. La Libertad: pobladores denuncian grave contaminación minera en Pataz. Online. August 2020. [Accessed 7 August 2023]. Available from: <https://tecnologiaminera.com/noticia/la-libertad-pobladores-denuncian-grave-contaminacion-minera-en-pataz-1573739111>

10. RAMOS, Milton Camino. El gigante, un yacimiento orogénico: nuevos datos, logros y perspectivas de la exploración. . 2018. P. 5.

11. FRAUME RESTREPO, Nestor Julio. *Diccionario ambiental*. Online. Ecoe ediciones, 2006. [Accessed 3 December 2023]. Available from: <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1232>Accepted: 2020-09-21T13:18:15ZjournalAbbreviation: Environmental dictionary

12. RÍMOLI, Renato O. *Diccionario de términos ambientales*. Online. Santo Domingo: Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Sección Nacional de República Dominicana, 2012. [Accessed 3 December 2023]. ISBN 978-9945-469-57-8. Available from: <https://bvearmb.do/handle/123456789/993>Accepted: 2022-05-26T01:18:02Z

13. NESTOR JULIO, Fraume Restrepo. *Diccionario ambiental*. Ecoe Ediciones. 2017. P. 479.

14. IWUOZOR, Kingsley. Perspectivas y desafíos del uso de la coagulación-floculación Método en el Tratamiento de Efluentes. *Advanced Journal of Chemistry-Section A*. 27 January 2019. Vol. 2, p. 105–127. DOI 10.29088/SAMI/AJCA.2019.2.105127.

15. ALADDIN, Nurahuda, S., Shamkli, and A. Estudio comparativo de diferentes coagulantes utilizados en el tratamiento de aguas turbias. *Scopus-Universidad de Wasit*. 2022. P. 15. DOI 10.1515/eng-2022-0366.

16. BRAVO GALLARDO, Mónica Alejandra. Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales. Online. 17 February 2017. [Accessed 10 August 2023]. Available from: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5609>Accepted: 2017-05-26T17:06:55Z

17. ONEN, Vildan, BEYAZYUZ, Pinar and YEL, Esra. Eliminación de turbidez de las aguas residuales del procesamiento de travertino mediante coagulantes, floculantes y materiales naturales. *Agua de mina y medio ambiente*. 1 September 2018. Vol. 37, no. 3, p. 482–492.

DOI 10.1007/s10230-017-0499-4. Company: SpringerDistributor: SpringerInstitution: SpringerLabel: Springernumber: 3publisher: Springer Berlin Heidelberg

18. OBIDIKE, Lawrence and MADIGOE, Ezekiel. Desarrollo y optimización del programa de tratamiento de aguas residuales. *Ciencias del agua aplicadas*. 1 December 2021. Vol. 11, no. 12, p. 1–8. DOI 10.1007/s13201-021-01526-x. Company: SpringerDistributor: SpringerInstitution: SpringerLabel: Springernumber: 12publisher: Springer International Publishing

19. VAZ, Carlos, ALMEIDA, Mariana, GONÇALVES, Pamela, ROBERTO, Jaqueline, FRANÇA, Alexandre Boscaro, LOFRANO, Renata Carolina Zanetti, FABIANO, Demian, NAVES, Luzia Lima Rezende, MILAGRES, Karina and NAVES, Fabiano Luiz. Uso del extracto de la flor de Musa sp., en el tratamiento de coagulación – Floculación, de finos de mineral de hierro. *Revista de Ingeniería Química Ambiental*. 1 February 2018. Vol. 6, no. 1, p. 1155–1160. DOI 10.1016/j.jece.2018.01.047.

20. AZIMI, Seyyedeh Cobra, SHIRINI, Farhad and PENDASHTEH, Alireza. Tratamiento de aguas residuales de la industria maderera mediante proceso combinado de coagulación-floculación-decantación y fenton. *Investigación sobre el medio ambiente acuático*. 2021. Vol. 93, no. 3, p. 433–444. DOI 10.1002/wer.1441.

21. AGOSTINA, Chiavola, CAMILA, Di Marcantonio, AGOSTINI, Martina, LEONI, Simone and LAZZAZZARA, Marco. Un enfoque combinado de modelado experimental para la optimización de la eliminación de turbidez en una unidad de coagulación-floculación de una planta de tratamiento de agua potable. *Universidad Sapienza de Roma*. Online. [Accessed 27 November 2023]. DOI 10.1016/j.jprocont.2023.103068.

22. YU, Kang, CHENG, Peng and FENGYUAN, Zhang. Condiciones de evaluación para tratar aguas de lodos con coagulante-biofloculante mediante diseño ortogonal. Online. 2022. [Accessed 3 September 2023]. Available from: <https://www.proquest.continental.elogim.com/docview/2718688239/A1A8780F6D1E417APQ/4?accountid=146219>

23. MORALES, Ana Maria, RAMIREZ, Gustavo and BARAJAS, Martha. Prediciendo la dosis de sulfato de aluminio en el tratamiento de aguas. *Proquest*. Online. 2020. [Accessed 3 September 2023]. Available from:

<https://www.proquest.continental.elogim.com/docview/2524987748/A1A8780F6D1E417APQ/14?accountid=146219>

24. OWODUNNI, Amina Adedjoja, ISMAIL, Suzylawati and OLAIYA, Niyi Gideon. Estudio paramétrico de un nuevo coagulante de semillas de origen vegetal en la eliminación modelada de la turbidez de las aguas residuales. *Investigación en ciencias ambientales y contaminación*. 9 June 2022. P. 1–9. DOI 10.1007/s11356-022-21353-0. Company: SpringerDistributor: SpringerInstitution: SpringerLabel: Springerpublisher: Springer Berlin Heidelberg
25. CHARAPAQUI ANCCASI, Juan. Dosificación de coagulantes y floculantes para la remoción de sedimentos del agua en el embalse Cuchoquesera, Ayacucho. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Online. 2019. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4158>Accepted: 2019-10-25T19:11:15Z
26. CHAVEZ VILLANUEVA; SALAZAR TORRES, Cristian; Edgar. Eficiencia del floculante sulfato de aluminio y polifloc (policloruro de aluminio) en la remoción de metales y depuración de aguas residuales de una empresa minera en Cajamarca, 2019. Online. 2019. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23840>
27. ORTIZ, Uriarte and SANTIAGO, Alex. Estudio de caso: Remoción del zinc del efluente de la mina Contonga mediante la coagulación y floculación. *Repositorio institucional - URP*. Online. 2019. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3350542>Accepted: 2019-12-06T20:26:41Z
28. BRIONES, Godoy. Análisis comparativo de la disminución de la turbidez en el proceso de floculación utilizando un floculante comercial y la paleta de tuna. *Univesrsidad Privada del Norte*. 2018. P. 90.
29. CABALLÓN QUISPE, Mijael. Optimización del tratamiento de las aguas residuales industriales generadas en el proceso de explotación minera subterránea (nivel 10) de la compañía minera Casapalca S. A. - U.E.A. Americana en el año 2017. *Universidad Continental*. Online. 2020. [Accessed 23 November 2023]. Available from: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7993>Accepted: 2020-09-03T16:11:22Z

30. TUCTO AMBROSIO, Roy Alexander. Optimización del consumo del floculante para el tratamiento del aluminio y manganeso del agua de mina unidad minera Orcopampa – Buenaventura - Arequipa, 2019. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. Online. 10 July 2019. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1434>Accepted: 2019-07-17T16:46:31Z
31. CARUAJULCA DÍAZ, Christian Kenyi. Capacidad coagulante del cloruro férrico frente al coagulante sulfato férrico en las aguas residuales de una industria de alimentos, Santa María-Huaura. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. Online. 16 December 2022. No. 54. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7406>Accepted: 2023-03-29T15:27:49Z
32. GARCIA CAMPOS, Arlyn Zulyn and ZEVALLOS PALACIO, Kimberley Melissa. Optimización del proceso coagulación-floculación usando cloruro férrico y fosfato para la reducción de contaminantes del agua residual del camal Conchucos S.A., Lima. *Universidad Nacional del Callao*. Online. 2021. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6201>Accepted: 2022-03-24T19:43:23Z
33. HUAMAN BORJA, Lizbel Marilu and ROMERO AQUINO, Rosa Yolanda. Aplicación del proceso de coagulación floculación con fosfato dipotásico para el tratamiento de drenajes ácidos de mina en la quebrada viso - distrito de san mateo, 2022. *Universidad Nacional del Callao*. Online. 2022. [Accessed 4 September 2023]. Available from: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6933>Accepted: 2022-10-21T21:20:04Z
34. GOMEZ RAMOS, Yesinia Midalid and PAYTAN HUAYLLANI, Juan Giovanni. Tiempo y concentración del coagulante Huaracco (*Opuntia Floccosa*) en el tratamiento de aguas contaminadas por hierro y plomo. *Repositorio Institucional - UCV*. Online. 2021. [Accessed 4 September 2023]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99842>Accepted: 2022-10-27T16:17:35Z
35. INOFUENTE MAMANI, Eric Danny. Tratamiento de aguas de los relaves de la mina artesanal San José de Quisipata II S.M.R.L con coagulante químico más floculante (catiónico – aniónico). *Universidad Peruana Unión*. Online. 2 August 2022. [Accessed 5 September 2023]. Available from: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/6080>Accepted: 2022-12-12T15:37:48Z

36. ELÍAS SILUPU, Jorge Wilmer. Efecto del coagulante-floculante para remoción de turbidez y sólidos suspendidos para el reúso de efluentes de la empresa Inpetfa sac. *Universidad Nacional de Trujillo*. Online. 2023. [Accessed 2 December 2023]. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.14414/19914>
37. PIMENTEL, Santiago. Plantas de tratamiento de aguas residuales en Perú. *Accuaproduct*. Online. 27 June 2022. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <https://accuaproduct.com/cuales-la-importancia-de-las-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-peru/>
38. HARBOR, Park. Tratamiento de Aguas | Minería | Agua subterránea. *Pall Corporation*. Online. 2012. [Accessed 18 August 2023]. Available from: [https://es.scribd.com/document/272896870/Tratamiento-de-AguasTratamiento de Aguas](https://es.scribd.com/document/272896870/Tratamiento-de-AguasTratamiento-de-Aguas)
39. DRAGHICI, Camelia and MANCIULEA, Ileana. Esquema de monitoreo ambiental y actividades relacionadas. Online. 2017. Available from: http://moodle.toxoer.com/pluginfile.php/5137/mod_page/content/1/T6.3.%20U.1%20ESP.pdf
40. ORJUELA, Monica, MENDOZA, Julian, MEDARADO, Beatriz and TORRES, Luisa. Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Universidad Industrial de Santander*. 2020. Vol. 19, no. 1, p. 10.
41. MARÍN-VELÁSQUEZ, Tomás Darío, ARRIOJAS-TOCUYO, Dany Day Josefina, MARÍN-VELÁSQUEZ, Tomás Darío and ARRIOJAS-TOCUYO, Dany Day Josefina. Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (Cocos nucifera) a nivel de laboratorio. *Revista ION*. December 2020. Vol. 33, no. 2, p. 99–110. DOI 10.18273/revion.v33n2-2020008.
42. MARTÍNEZ-ORJUELA, Mónica, MENDOZA-CORONADO, Julián, MEDRANO-SOLÍS, Beatriz, GÓMEZ-TORRES, Luisa and MEJÍA, Carlos Zafra-. Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista UIS Ingenierías*. 2020. Vol. 19, no. 1, p. 15–24. DOI 10.18273/revuin.v19n1-2020001.
43. ROCÍO MARTÍNEZ, Monica, YAMID MENDOZA, Julian, EUGENIA MEDRANO, Beatriz and MARINA GÓMEZ, Luisa. Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del

tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Universidad Nacional de Santander*. 2020. Vol. 19, no. 1, p. 15–24.

44. MADISON, Abel. Purificación de Agua y Sólidos Disueltos. *Fluence*. Online. 17 August 2020. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <https://www.fluencecorp.com/es/purificacion-de-agua-y-solidos-disueltos/>

45. WILLIAMS, María José Fallas. Análisis técnico de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de recubrimiento metálico. *Universidad de Costa Rica facultad de ingeniería*. P. 133.

46. KATHERINE, Ruiz Román and RUIZ, Washington. INSTRUCTIVO DE ENSAYO. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES. SM 2540. *IDEAM*. 2017. Vol. 1.

47. ZELA ESTEBAN, José (ed.). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras*. . Lima : Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, SUNASS, 2022. 17.05.05/D66

48. BARROS-BAZURTO, Carlos Alberto and ROJAS-JARABA, David Alejandro. Optimización en los sistemas de floculación-coagulación-sedimentación de la planta de tratamiento de agua potable “La Pola”, durante temporada invernal. *Universidad Católica de Colombia*. Online. 2020. [Accessed 18 August 2023]. Available from: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3429519> Accepted: 2020-08-31T23:39:27Z

49. CASTELLS, Xavier Elías. *Diccionario de términos ambientales: Reciclaje de residuos industriales*. . Ediciones Díaz de Santos, 2012. ISBN 978-84-9969-370-5. Google-Books-ID: bJb06ouCmkMC

50. RESTREPO, Fraume. Diccionario ambiental. *Ecoe Ediciones*. 2007. Vol. 1, p. 479.

51. CASTELLS, Xavier Elías. *Diccionario de términos ambientales: Reciclaje de residuos industriales*. . Ediciones Díaz de Santos, 2012. ISBN 978-84-9969-370-5. Google-Books-ID: bJb06ouCmkMC

52. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto and FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos. Metodología de la investigación. *Universidad de Pennsylvania*. 2010.
53. SÁNCHEZ, José Cegarra. Metodología de la investigación científica y tecnológica. *Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. 2004.

ANEXOS

Anexo1. Planta de tratamiento Far West



Figura 35. Infraestructura de la planta de tratamiento

Anexo 2. Análisis de parámetros iniciales del efluente de bocamina R-2



Figura 37. Recolección de muestra de agua



Figura 36. Análisis del agua con el multiparámetro



Figura 38. Análisis del agua con el turbidímetro

Anexo 3. Manipulación de bomba de dosificación de cloruro férrico

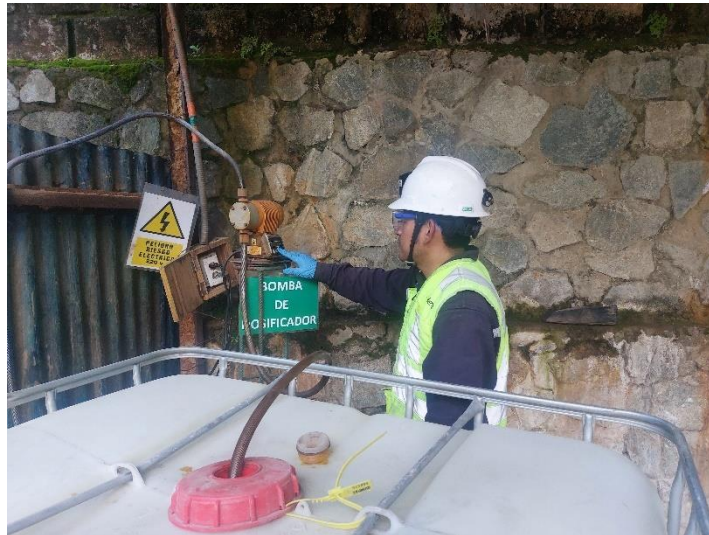


Figura 39. Ajuste de flujo de succión



Figura 40. Verificación de flujo de succión mediante probeta graduada

Anexo 4. Preparación y mezcla de concentración de floculante



Figura 41. Pesado de floculante según la dimensión de los tanques



Figura 42. Mezcla y homogenización del floculante con agua fresca

Anexo 5. Limpieza de buzones y quena de floculante



Figura 43. Limpieza de buzones y canales



Figura 44. Dilución de la solución de floculante por medio de una quena

Anexo 6. Limpieza de los pre-filtros y filtros grava



Figura 45. tratamiento del efluente en etapa de filtros



Figura 46. Tratamiento nocturno del efluente en etapa de filtros

Anexo 7. Calibración de equipos turbidímetro y multiparámetro



Figura 48. Calibración del turbidímetro mediante incorporación de celdas de vidrio



Figura 47. Uso de solución Buffer para calibrar electrodos del multiparámetro control pH

Anexo 8. Análisis de parámetros de descarga del efluente



Figura 49. Análisis de parámetros de salida del efluente "descarga del agua"



Figura 50. Recolección de muestras para análisis en laboratorio

Anexo 9. Datos de análisis de parámetros en reducción de remoción de turbidez

semana	Dosis	pH	Conductividad us/c	Q L/s	Antes	Despues	Remoción	Eficiencia
1/01/2023	120	8.02	731	72.5	4.86	1.30	3.56	73.3
2/01/2023	320	7.92	789	122	10.80	2.01	8.79	81.4
3/01/2023	380	8.11	765	63.2	41.80	1.94	39.86	95.4
4/01/2023	240	7.93	746	63.2	8.20	1.93	6.27	76.5
5/01/2023	150	8.09	741	54.3	7.38	1.45	5.93	80.4
6/01/2023	180	7.96	785	72.8	9.88	1.69	8.19	82.9
7/01/2023	120	7.99	779	38.5	7.12	1.38	5.74	80.6
8/01/2023	180	7.87	801	31.3	6.16	1.69	4.47	72.6
9/01/2023	150	8.22	695	42.1	6.34	1.62	4.72	74.4
10/01/2023	150	7.86	697	44.3	8.16	1.44	6.72	82.4
11/01/2023	180	8.01	809	63.2	8.14	1.68	6.46	79.4
12/01/2023	380	9.26	789	53.9	63.70	1.83	61.87	97.1
13/01/2023	380	8.35	737	80.4	32.20	1.84	30.36	94.3
14/01/2023	240	7.91	764	152.2	8.75	1.89	6.86	78.4
15/01/2023	320	8.01	740	115.1	10.14	1.19	8.95	88.3
16/01/2023	180	7.83	684	72.5	7.34	1.62	5.72	77.9
17/01/2023	380	8.16	761	67.8	50.40	1.80	48.60	96.4
18/01/2023	180	7.70	783	101.2	7.32	1.66	5.66	77.3
19/01/2023	240	7.82	788	82.2	12.25	1.92	10.33	84.3
20/01/2023	240	8.06	684	63.2	10.35	1.58	8.77	84.7
21/01/2023	240	8.30	910	53.8	12.10	1.41	10.69	88.3
22/01/2023	150	7.49	798	53.9	7.48	1.63	5.85	78.2
23/01/2023	240	7.55	802	105.2	8.08	1.74	6.34	78.5
24/01/2023	180	7.51	822	34.9	12.09	1.80	10.29	85.1
25/01/2023	120	7.92	748	63.2	6.77	1.49	5.28	78.0
26/01/2023	320	7.61	802	72.5	14.70	1.60	13.10	89.1
10/02/2023	240	7.24	559	49.2	11.50	1.72	9.78	85.0
11/02/2023	180	7.78	648	43.2	7.38	1.23	6.15	83.3
12/02/2023	320	7.61	833	83.9	18.70	1.69	17.01	91.0
13/02/2023	320	7.53	823	107.2	14.20	1.83	12.37	87.1
14/02/2023	240	7.77	770	108.2	9.08	1.67	7.41	81.6
15/02/2023	320	7.38	684	67.4	14.70	1.28	13.42	91.3
16/02/2023	240	7.81	683	72.5	7.34	1.62	5.72	77.9
17/02/2023	240	7.59	781	63.2	9.04	1.52	7.52	83.2
18/02/2023	180	8.03	751	48.5	8.70	1.33	7.37	84.7
19/02/2023	320	7.68	694	76.8	13.40	1.61	11.79	88.0
20/02/2023	300	7.92	796	34.2	13.50	1.21	12.29	91.0
21/02/2023	240	7.83	683	63.2	7.32	1.61	5.71	78.0
22/02/2023	180	8.14	750	42.4	7.15	1.80	5.35	74.8
23/02/2023	150	8.02	775	38.5	7.23	1.68	5.55	76.8
24/02/2023	240	7.76	748	101.2	9.38	1.83	7.55	80.5
25/02/2023	240	7.74	685	101.1	7.88	1.43	6.45	81.9
26/02/2023	150	7.76	673	40.5	6.09	1.83	4.26	70.0
27/02/2023	240	8.12	638	89.2	8.30	1.56	6.74	81.2
28/02/2023	300	8.10	714	177.1	9.14	1.63	7.51	82.2
1/03/2023	240	8.14	671	81.7	7.34	1.66	5.68	77.4
2/03/2023	320	7.43	741	45.2	22.10	1.77	20.33	92.0
3/03/2023	150	7.61	750	61.2	6.26	1.72	4.54	72.5
4/03/2023	180	8.26	743	50.1	11.32	1.81	9.51	84.0
5/03/2023	240	7.69	673	55.1	9.36	1.74	7.62	81.4
6/03/2023	180	7.34	648	63.2	7.38	1.41	5.97	80.9
7/03/2023	120	8.15	781	42.1	5.15	1.72	3.43	66.6
8/03/2023	240	8.12	693	64.3	12.40	1.38	11.02	88.9
23/03/2023	120	7.70	663	58.1	3.86	1.13	2.73	70.7
24/03/2023	120	7.68	643	58.1	3.10	1.11	1.99	64.2
25/03/2023	180	7.63	628	89.3	7.30	1.24	6.06	83.0
26/03/2023	180	7.54	638	58.1	5.48	1.03	4.45	81.2
27/03/2023	120	7.78	694	88.4	3.08	1.09	1.99	64.6
28/03/2023	180	7.28	694	38.5	5.20	1.14	4.06	78.1
29/03/2023	180	7.76	728	58.1	5.48	1.14	4.34	79.2
30/03/2023	150	7.38	646	55.4	5.40	1.21	4.19	77.6
31/03/2023	150	7.31	694	98.5	4.30	1.12	3.18	74.0

Anexo 10. Recepción y traslado de insumos químicos cloruro férrico y floculante



Figura 51. Recepción de floculante e isotanques de cloruro férrico



Figura 52. Cambio de isotanques de cloruro férrico

Anexo 11. Limpieza de pozas de sedimentación y evacuación de lodos PTARM Far West



Figura 53. Manipulación de rastrillo plano para evacuar lodos



Figura 54. Homogenización de lodos



Figura 55. Manipulación de compuertas de descarga



Figura 56. Limpieza de pozas de sedimentación mediante agua a presión



Figura 57. Transporte de lodo mediante uso de cisterna

Anexo 12. Disposición final de lodos en relavera



Anexo 13. Monitoreo de calidad de agua y caudal

sodexo										MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA Y CAUDAL POR EL MÉTODO DE CORRENTÓMETRO										BOBEXO Cód.: PETS-04-S-F1 Ver.: 5 Pág. 1 de 1						
DEPARTAMENTO	LA LIBERTAD	DISTRITO	PARCOY	RES:	JUZO	SEMANA	Segunda	FECHA	15/07/22	CLIMA: (lluvioso/seco)	Seco	FLUJO														
PROVINCIA	PATAZ	LOCALIDAD	LLACUABAMBA	Nº PTO. MONITOREO	DESCRIPCIÓN Origen / Ubicación	HORA	pH	T° del Agua °C	TDS mg/L	D.O. mg/L	CONDUCT. µS/cm	COORDINADAS		TRAMO-1			TRAMO-2			TRAMO-3			TRAMO-4			
												ESTE	NORTE	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VELOC. (m/s)	
				E-2F	Drenaje depósito relave flotación	11:12						232 143	9 109 174													
				E-11	Rio Llacuabamba, descarga PTARM Las Chircas	13:30	8.85	15.3	457	6.74	762.0	230 879	9 110 876	0.10	0.04	2.76	0.10	0.04	2.91	0.10	0.04	2.93	0.10	0.04	2.83	
				E-20	Bocamina unidad R-2, drenaje PTARM Far Vaso	14:30	7.36	25.8	383	8.86	639.0	227 865	9 111 537	0.25	0.06	2.14	0.25	0.06	2.32	0.25	0.06	2.37	0.25	0.06	2.07	
				E-3	Agua de la quebrada Mash Mash parte baja	11:00	7.96	10.5	123	6.82	204.2	233 027	9 110 968	0.42	0.06	0.21	0.42	0.10	0.42	0.09	0.26	0.42	0.10	0.26	0.42	0.35
				E-4	Reservorio tras bocamina de E-3 y B-9 boca de la quebrada Mash Mash mas superior	12:00	7.89	12.9	130	6.81	217.0	231 210	9 110 482	0.73	0.09	0.26	0.73	0.09	0.18	0.73	0.10	0.35	0.73	0.11	0.38	0.38
				E-5	Rio Ventanas	12:15	7.96	12.2	87	7.03	144.9	231 387	9 110 523	0.47	0.13	0.64	0.47	0.12	0.69	0.47	0.12	0.76	0.47	0.10	0.58	0.58
				E-5A	Rio Llacuabamba antes de la PTARM Las Chircas	13:45	8.26	13.0	104	6.62	172.6	230 900	9 110 804	1.10	0.12	0.33	1.10	0.27	0.94	1.10	0.20	0.51	1.10	0.15	0.50	0.50
				E-6	Rio Llacuabamba	15:27	8.24	15.7	182	6.52	301.0	230 478	9 110 587	0.98	0.14	0.41	0.98	0.24	0.56	0.98	0.19	0.61	0.98	0.20	0.48	0.45
				E-8	Rio Mash Mash	11:15	7.91	11.1	122	7.03	203.0	232 142	9 109 174	0.48	0.09	0.45	0.48	0.13	0.51	0.48	0.08	0.25	0.48	0.07	0.17	0.17
				E-9	Quebrada Molinos parte baja	16:50	7.78	12.2	79	6.48	131.6	231 630	9 107 828	0.19	0.05	0.59	0.19	0.07	0.61	0.19	0.06	0.68	0.19	0.04	0.64	0.64
				E-12	Agua de Laguna Blanca	16:30	8.04	12.6	60	6.68	100.6	234 104	9 109 213	0.20	0.04	0.35	0.20	0.04	0.36	0.20	0.04	0.38	0.20	0.04	0.32	0.32
				E-21	Rio Llacuabamba, unidad R-2	15:00	7.93	20.2	225	6.42	375.0	227 783	9 111 533	0.70	0.12	0.68	0.70	0.26	1.34	0.70	0.24	1.24	0.70	0.21	0.89	0.89
				E-22	Unio quebrada Molinos y Alaska	17:05	7.92	11.8	67	6.74	112.3	232 216	9 107 081	0.11	0.03	0.19	0.11	0.05	0.31	0.11	0.05	0.35	0.11	0.03	0.22	0.22
				E-24	Sub-drenaje depósito de relaves de flotación	10:00	7.41	9.2	40	6.74	66.5	232 781	9 108 354	0.04	0.01	0.2	0.04	0.01	0.27	0.04	0.01	0.34	0.04	0.01	0.23	0.23

DATOS DEL INSTRUMENTO				
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	CÓDIGO DE ANÁLISIS	FECHA DE VERIFICACIÓN	VERIFICADO POR	OPERATIVIDAD
Multiparametro	A 26743	14/07/22	Jesson Coaquib	SI
Correntometro	A 27167	14/07/22	Jesson Coaquib	SI
Turbidimetro	A 06532	14/07/22	Jesson Coaquib	SI

OBSERVACIONES: turbidez = E-11 = 1.20 NTU; E-20 = 1.88 NTU
Sin flujo ⇒ E-2F


FECHA Y APELLIDOS: Jesson Coaquib



MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.

CADENA DE CUSTODIA - AGUA
N° 032 -2022/MA

ANÁLISIS SEMANAL DE MUESTRAS. RED MONITOREO DEL MEM - 2Da Semana Julio											Muestra: Puntual <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>										
Cliente: MEDIO AMBIENTE Procedencia: PUNTOS DE MONITOREO Fecha: viernes, 15 de Julio de 2022 Hora de Inicio: 08:00 Hora de fin: 18:00				Cantidad de envases (Plástico/Vidrio/Bolsas)		Análisis requeridos/ Preservantes										Observaciones					
Item	Estación	Identificación	Hora Muestreo	Matriz *	P	V	B	Metales Totales/HNO3 (As, Cd, Cu, Fe, Pb y Zn)	Metales Disueltos/HNO3 (Fe)	Sol. en Suspensión											
1	E - 2F	Drenaje depósito relave de flotación.	11:12 a.m.	V	---			---	---	---											Las muestras para Sólidos Totales en
2	E - 11	Rio Llacubamba, descarga PTARM Las Chilcas.	01:30 p.m.	V	3			√	√	√											Suspensión están sin preservar
3	E - 20	Socamina Unidad R-2, Drenaje PTARM FAR WEST.	02:30 p.m.	V	3			√	√	√											
4	E - 3	Agua de la Quebrada Mush Mush parte baja.	11:00 a.m.	CR	2			√	---	√											
5	E - 4	Rio Porvenir más afluentes de E-8 y E-9, ladena de la Quebrada Mush Mush más Ponvenir.	12:00 p.m.	CR	2			√	---	---											
6	E - 5	Rio Ventanas.	12:15 p.m.	CR	2			√	---	---											
7	E - 5A	Rio Llacubamba, antes de la PTARM Las Chilcas.	01:45 p.m.	CR	2			√	---	√											Las muestras para Metales Totales esta preservado 2<pH
8	E - 6	Rio Llacubamba.	03:27 p.m.	CR	2			√	---	√											Las muestras para Metales Disueltos estan filtradas y preservadas
9	E - 8	Rio Mush Mush.	11:15 a.m.	CR	2			√	---	√											
10	E - 9	Quebrada Molinetes parte baja.	04:50 p.m.	CR	2			√	---	√											
11	E - 12	Agua de Laguna Blanca.	04:30 p.m.	CR	2			√	---	√											
12	E - 21	Rio Llacubamba, Unidad R-2.	03:00 p.m.	CR	2			√	---	√											
13	E - 22	Unión Quebrada Molinetes y Alaska.	05:05 p.m.	CR	2			√	---	√											
14	E - 24	Sub drenaje depósito de relaves de flotación.	10:00 a.m.	CR	2			√	---	√											
15	M - 4	Rio Llacubamba, aguas arriba del sistema de la PTARD	01:26 p.m.	CR	2			√	---	√											

(*) Matriz: E: Efuentes V: Vertimientos CR: Cuerpos Receptores CD: Aguas de Consumo O: Otros (especificar)

Supervisor responsable: <i>Josson Capuli Chipine</i>	Fecha: 15-07-22	Hora: 19:00	Material enviado: Cooler <input type="checkbox"/> Ice packs <input type="checkbox"/>	Botellas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/>	Condición de Recepción:
Representante del Cliente: <i>Renzo Gonzalez Gonzalez</i>	Fecha: 15-07-22	Hora: 18:50	Material recepcionado: Cooler <input type="checkbox"/> Ice packs <input type="checkbox"/>	Botellas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/>	
Recibido por (Lab. Químico): <i>Melysa Contreras</i>	Fecha: 15-07-22	Hora: 17:50	Total de muestras recibidas:		

(x) \Formato Cadena de Custodia\cadena.xls

Anexo 14. Reporte de ensayo de monitoreo para determinación de metales pesados E-20



REPORTE DE ENSAYO



1/2

Cliete: MEDIO AMBIENTE **Descripción Muestra:** RED MONITOREO SEMANAL
N° Lote: LQ-2302055 **Cantidad Muestras:** 15
Característica: Líquida Medio Ácido **Fecha Recepción:** 10/02/2023 19:16
Presentación: En frasco de plástico de 500 a 1 L **Fecha Aprobación:** 14/02/2023 18:58
Metodología: MDIS_AA: Determinación de Metales Disueltos en aguas, por AA, medio ácido.
 MTOT_AA: Determinación de Metales Totales aguas, por AA, medio ácido
 MTOT_FIAS: Determinación de Metales Totales aguas por FIAS, medio ácido
 STS_GRAV: Determinación de Sólidos Totales en Suspensión en aguas, por gravimetría.
 LD: Límite de Detección.

C.Laboratorio	C.Cliete	Descripción	MDIS_AA			MTOT_AA			MTOT_FIAS	STS_GRAV
			LD (0.0000)	FE (mg/L)	CD (mg/L)	CU (mg/L)	FE (mg/L)	PB (mg/L)	ZN (mg/L)	AS (mg/L)
001	E-02F	Drenaje depósito de relave de Flotación.	0.2627	0.0013	0.0123	0.4667	0.0174	0.0801	0.0855	2.2500
002	E-11	Río Llacuabamba, descarga PTARM Las Chilcas.	0.2828	0.0007	0.0040	0.4147	0.0202	0.3043	0.0285	3.5000
003	E-20	Bocamina Unidad R-2, drenaje PTARM FARWEST.	0.2173	0.0000	0.0023	0.3894	0.0142	0.0110	0.0117	0.5000
004	E-03	Agua de la Quebrada Mush Mush parte baja.		0.0004	0.0200	0.2048	0.0129	0.0164	0.0568	3.0000
005	E-04	Río Porvenir mas afluentes de E8 y E9, ladera de la Quebrada Mush-Mush mas Porvenir.		0.0002	0.0131	0.8716	0.0160	0.0524	0.0398	
006	E-05	Río Ventanas.		0.0002	0.0016	0.6997	0.0127	0.0021	0.0429	
007	E-05A	Río Llacuabamba, antes del PTARM Las Chilcas.		0.0003	0.0044	0.9563	0.0048	0.0278	0.0508	22.5000
008	E-06	Río Llacuabamba.		0.0007	0.0070	1.1737	0.0202	0.0984	0.0445	31.5000
009	E-08	Río Mush-Mush.		0.0012	0.0210	0.2842	0.0099	0.0235	0.0279	15.0000
010	E-09	Quebrada Molinetes parte baja.		0.0008	0.0019	0.0664	0.0115	0.0056	0.0332	0.5000
011	E-12	Agua de Laguna Blanca.		0.0008	0.0016	0.1056	0.0259	0.0084	0.0021	1.0000
012	E-21	Río Llacuabamba, unidad R2.		0.0015	0.0093	1.6078	0.0209	0.1070	0.0629	40.0000
013	E-22	Unión Quebrada Molinetes y Alaska.		0.0006	0.0055	0.0952	0.0230	0.0138	0.0044	2.0000
014	E-24	Sub-Drenaje depósito de Relaves de Flotación.		0.0002	0.0020	0.0694	0.0268	0.0118	0.0026	2.0000
015	M-4	Río Llacuabamba Aguas Arriba de la PTARD		0.0005	0.0073	1.3367	0.0337	0.1108	0.0521	40.5000

Descripción	MDIS_AA			MTOT_AA			STS_GRAV
	FE	CD	CU	FE	PB	ZN	STS
Valor Límite - D.S. N° 002-2008-MINAM							25.00
Valor Límite - D.S. N° 010-2010-MINAM	1.60						
Valor Límite - D.S. N° 002-2008-MINAM, Categoría 4		0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	
Valor Límite D.S. N° 004-2017 MINAM Categoría 4			0.10		0.00	0.12	
Valor Límite D.S. N° 010 - 2010 MINAM en los puntos E-2F, E-11 Y E-20		0.05	0.50		0.20	1.50	
Valor Límite D.S. N° 010-2010 MINAM en los puntos E-2F, E-11 y E-20							50.00

15/02/2023 5:40:03 p.m.

Usuario: VTORRES

REPORTE DE ENSAYO



Cliete: MEDIO AMBIENTE **Descripción Muestra:** RED MONITOREO SEMANAL
N° Lote: LQ-2215495 **Cantidad Muestras:** 15
Característica: Líquida Medio Ácido **Fecha Recepción:** 11/11/2022 19:01
Presentación: En frasco de plástico de 500 a 1 L **Fecha Aprobación:** 13/11/2022 17:42

Metodología:
 MDIS_AA: Determinación de Metales Disueltos en aguas, por AA, medio ácido.
 MTOT_AA: Determinación de Metales Totales aguas, por AA, medio ácido
 MTOT_FIAS: Determinación de Metales Totales aguas por FIAS, medio ácido
 STS_GRAV: Determinación de Solidos Totales en Suspensión en aguas, por gravimetría.
 LD: Límite de Detección.

C.Laboratorio	C.Cliete	Descripción	MDIS_AA		MTOT_AA			MTOT_FIAS	STS_GRAV	
			LD (0.0000)	LD (0.0000)	FE (mg/L)	CD (mg/L)	CU (mg/L)	PB (mg/L)	ZN (mg/L)	AS (mg/L)
001	E-02F	Drenaje depósito de relave de Flotación.	2.5063	0.0006	0.0869	5.9844	0.0587	0.0789	0.0398	6.2500
002	E-11	Rio Liacuabamba, descarga PTARM Las Chilcas.	0.1785	0.0015	0.0012	0.2267	0.0231	0.1194	0.0571	2.0000
003	E-20	Bocamina Unidad R-2, drenaje PTARM FARWEST.	0.1438	0.0013	0.0025	0.4203	0.0596	0.0145	0.0196	2.5000
004	E-03	Agua de la Quebrada Mush Mush parte baja.		0.0006	0.0039	0.3679	0.0682	0.0343	0.0214	4.5000
005	E-04	Rio Porvenir mas afluentes de E8 y E9, ladera de la Quebrada Mush-Mush mas Porvenir.		0.0007	0.0331	0.9370	0.0578	0.0482	0.0351	
006	E-05	Rio Ventanas.		0.0006	0.0016	0.1800	0.0380	0.0050	0.0833	
007	E-05A	Rio Liacuabamba, antes del PTARM Las Chilcas.		0.0004	0.0126	0.6110	0.0448	0.0238	0.0608	11.5000
008	E-06	Rio Liacuabamba.		0.0008	0.0067	0.1807	0.0270	0.0354	0.0545	8.5000
009	E-08	Rio Mush-Mush.		0.0005	0.0468	0.7498	0.0714	0.0474	0.0314	6.0000
010	E-09	Quebrada Molinetes parte baja.		0.0007	0.0007	0.3269	0.0703	0.0109	0.0169	5.0000
011	E-12	Agua de Laguna Blanca.		0.0011	0.0014	0.2520	0.0986	0.0265	0.0081	3.0000
012	E-21	Rio Liacuabamba, unidad R2.		0.0007	0.0088	3.2906	0.0670	0.0607	0.0809	68.0000
013	E-22	Unión Quebrada Molinetes y Alaska.		0.0008	0.0005	0.2381	0.0655	0.0125	0.0045	4.0000
014	E-24	Sub-Drenaje depósito de Relaves de Flotación.		0.0006	0.0025	0.1194	0.0514	0.0173	0.0081	0.5000
015	M-4	Rio Liacuabamba Aguas Arriba de la PTARD		0.0015	0.0103	1.3675	0.0649	0.1489	0.0592	8.0000

Descripción	MDIS_AA		MTOT_AA			STS_GRAV	
	FE	CD	CU	FE	PB	ZN	STS
Valor Límite - D.S. N° 002-2008-MINAM							25.00
Valor Límite - D.S. N° 010-2010-MINAM	1.60						
Valor Límite - D.S. N° 002-2008-MINAM, Categoría 4		0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	
Valor Límite D.S. N° 004-2017 MINAM Categoría 4			0.10			0.12	
Valor Límite D.S. N° 010 - 2010 MINAM en los puntos E-2F, E-11 y E-20		0.05	0.50		0.20	1.50	
Valor Límite D.S. N° 010-2010 MINAM en los puntos E-2F, E-11 y E-20							50.00

Anexo 15. Hojas MSDS de cloruro férrico y floculante

		Pagina: 1
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD		Fecha de revisión: 28.07.2022
		Fecha de impresión: 21.01.2023
		Número SDS: 000000097987
Praestol™ 851 BC FLOCULANTE ™ Marca registrada, Solenis o sus subsidiarias oafiliadas, registradas en varios países 377263		Versión: 3.0

SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y DE LA EMPRESA

Identificación del producto químico

Nombre comercial : Praestol™ 851 BC
 FLOCULANTE
 ™ Marca registrada, Solenis o sus subsidiarias oafiliadas, registradas en varios países

Uso recomendado

Uso de la sustancia/mezcla : producto químico industrial

Restricciones de uso

: Consulte las directrices técnicas para el uso de esta sustancia/mezcla.

<p>Nombre del proveedor Dirección del proveedor</p> <p>Solenis Especialidades Químicas Limitada Av. Nueva de Tajamar 481 Of. 1108 Santiago CHILE Chile</p> <p>EHSProductSafetyTeam@solenis.com</p>	<p>Numero de telefono de emergencia en Chile Central de Comunicación de Emergencias: +1 302 502 0991 (Internacional Solenis) 800 550 777 (Suatrans Chile) Telefono del Centro de Información Toxicológica: +56 2 2 247 3600 (CITUC Chile)</p> <p>Numero de telefono de informacion toxicologica en Chile + 56-2 2230 1133 (Customer Service) O póngase en contacto con su representante local de Solenis</p>
--	--

SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Clasificación según NCh382 :

Mercancía no peligrosa

Distintivo según NCh2190 :

Clasificación según SGA

Peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático : Categoría 3

Peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático : Categoría 3

Etiqueta según SGA

Sección 1: Información del Producto Químico y Compañía

Nombre de Producto: CLORURO FÉRRICO 40 %
Sinónimos : Cloruro férrico en solución, cloruro férrico en solución 40%, *coagulat strong CF40%*, *ferric chloride 40%*, *ferric chloride in solution*, *ferric chloride in solution 40%*.
Empresa : Quimpac S.A
Dirección : Av. Nestor Gambetta N° 8585 – Callao- Lima, Perú
Teléfonos : 511 6142000 Anexos 1230 – 1260 – 1750
Teléfonos de emergencia: 5116142000 Anexos 1750 – 1440 – 1910
 511994027284 - 511998361985

Sección 2: Información / Composición o Ingredientes

Ingrediente	N° CAS	%	Fórmula	N° UN	PG	LIM PERM (8Hr/día)
Cloruro Férrico	7705-08-0	39 - 42	FeCl ₃	2582	III	No establecido

Sección 3: Identificación de Riesgos

¡PELIGRO!
 ES DAÑINO SI ES INGERIDO. TOXICO SI SE INHALA, PUEDE CAUSAR IRRITACION SEVERA DEL TRACTO RESPIRATORIO Y DIGESTIVO CON POSIBLES QUEMADURAS

Efectos Potenciales a la Salud

- **Por exposición aguda:**
 - **Inhalación:** Irritación del tracto respiratorio superior.
 - **Ingestión:** Material tóxico por ingestión.
 - **Contacto con la piel:** Irritación en la piel.
 - **Contacto con los ojos:** Produce irritación en los ojos; si la exposición es prolongada causa conjuntivitis.
- **Exposición crónica**
 - Sustancia química considerada como carcinógena: **No** (OSHA)

Sección 4: Medidas de Primeros Auxilios

Inhalación: Mueva a la víctima donde respire aire fresco. Obtener atención médica inmediata.
Ingestión: Administrar 1 o 2 vasos de agua o leche, no inducir al vómito. Recibir atención médica.
Contacto con la piel: Retirar la ropa impregnada, si es posible rompiéndola para evitar contacto con los ojos. Enjuagar inmediatamente la piel con abundante agua por lo menos

Anexo 16. Reporte de insumos químicos y evacuación de lodos

	REPORTE DE CONSUMO DE INSUMOS QUÍMICOS	SISSOMAC	
		Cód.: PETS-MA-37-F1	
		Ver.: 1	Pág. 1 de 1

MES	FEBRERO
SEMANA	PRIMERA
ZONA	PTARM FAR WEST

Fecha	Día de Semana	Turno (Día / Noche)	Operador de Turno	Motivo de Utilización	Insumo Químico Utilizado (Kg)				Observaciones
					Cloruro Férrico	Floculante			
01/02/23	MIÉRCOLES	DIA	Kevin	DOSIFICACION	122.69	2.20			
		NOCHE	Frank	DOSIFICACION	102.24	2.20			
02/02/23	JUEVES	DIA	Frank	DOSIFICACION	122.69	2.20			
		NOCHE	Kevin	DOSIFICACION	122.69	2.20			
03/02/23	VIERNES	DIA	Danny	DOSIFICACION	122.69	2.20			
		NOCHE	Kevin	DOSIFICACION	92.02	2.20			
04/02/23	SÁBADO	DIA	Danny	DOSIFICACION	132.91	2.20			
		NOCHE	Kevin	DOSIFICACION	92.02	2.20			
05/02/23	DOMINGO	DIA	Danny	DOSIFICACION	132.91	2.20			
		NOCHE	Kevin	DOSIFICACION	92.02	2.20			
TOTAL (Kg)					1134.88	22.00	0.00		




FIRMA DEL SUPERVISOR RESPONSABLE

	REPORTE DE EVACUACIÓN DE LODOS	SISSOMAC	
		Cód.: PETS-MA-39-F1	
		Ver.: 1	Pág. 1 de 1

MES:	ENERO
PLANTA:	PTARM - FAR WEST
SEMANA:	PRIMERA

Fecha	Turno (Mañana/Tarde)	Viaje	N° de placa de	Capacidad de Cisterna	Conductor	Peso (Kg)	Observaciones
18/01/2023	MAÑANA	PRIMERO	T5Z-873	5000	MIGUEL	15810	SE EVACUÓ A RELAVERA
18/01/2023	TARDE	SEGUNDO	T5Z-873	5000	MIGUEL	15450	SE EVACUÓ A RELAVERA
19/01/2023	MAÑANA	PRIMERO	T5Z-873	5000	MIGUEL	15040	SE EVACUÓ A RELAVERA
19/01/2023	TARDE	SEGUNDO	T5Z-873	5000	MIGUEL	15260	SE EVACUÓ A RELAVERA
19/01/2023	TARDE	TERCERA	T5Z-873	5000	MIGUEL	14720	SE EVACUÓ A RELAVERA
20/01/2023	MAÑANA	PRIMERO	T5Z-873	5000	MIGUEL	14720	SE EVACUÓ A RELAVERA
20/01/2023	TARDE	SEGUNDO	T5Z-873	5000	MIGUEL	15030	SE EVACUÓ A RELAVERA
21/01/2023	MAÑANA	PRIMERO	T5Z-873	5000	MIGUEL	16570	SE EVACUÓ A RELAVERA
21/01/2023	TARDE	SEGUNDO	T5Z-873	5000	MIGUEL	16300	SE EVACUÓ A RELAVERA
22/01/2023	MAÑANA	PRIMERO	T5Z-873	5000	MIGUEL	15800	SE EVACUÓ A RELAVERA
TOTAL(Kg):						154700	

Supervisor:	DENIS OJEDA
Operadores:	Juan Alanya
	Jhaen Lavado Ramirez
	Joset Oroscó


FIRMA DEL SUPERVISOR

APellidos y nombres: DENIS OJEDA SOLIS

RELACION DE EQUIPOS EN LA PTARM FAR WEST ENERO						
N°	N° SERIE	NOMBRE DEL EQUIPO: BOMBAS DOSIFICADORAS, MOTOR AGITADOR, MEDIDOR DE FLUJO Y TABLERO DE CONTROL	MARCA / MODELO	CARACTERISTICA	LUGAR DE UBICACIÓN	OBSERVACIONES
01	S.N° 155P1536	BOMBA DOSIFICADORA DE CLORURO FERRICO	NEPTUNE (MOD: PZD-52)	3 W y 3 A (8.5 G/H 29 PSI)	PTARM FAR WEST (R-2)	OPERATIVO
02	S.N. 18602388	BOMBA DOSIFICADORA DE CLORURO FERRICO	(TYPE PZD-52)	30 W y 3 A (8.5 G/H 29 PSI)	PTARM FAR WEST (R-2)	STAND BY
03	2183	MOTOR AGITADOR FLOCULANTE TANQUE DE 1.76 M ³	DENVER	3.5 HP/2.7 W	DOSIFIC.FLOC. FAR WEST	OPERATIVO
04	2065	MOTOR AGITADOR FLOCULANTE TANQUE DE 1.13 M ³	DENVER	---	DOSIFIC.FLOC. FAR WEST	OPERATIVO
05	S.N° 3K672016430545	MEDIDOR DE FLUJO ULTRAZONICO	ABB MOD. LST400	COLOR BLANCO HUMO	PTARM FAR WEST	OPERATIVO
06	---	TABLERO DE CONTROL ELECTRICO TK FLOCULANTE	---	COLOR ANARANJADO	PTARM FAR WEST (R-2)	OPERATIVO
07	9100-002	BOMBA ESTACIONARIA DE AGUA TRATADA # 02	PEDROLLO	5.5 HP	PTARM FAR WEST (R-2)	OPERATIVO

LEYENDA DE COLORES:	
	EQUIPO EN OPERACIÓN
	EQUIPO EN STAND BYE
	EQUIPO EN MANTENIMIENTO EN TALLER LIMA
	EQUIPO EN MANTENIMIENTO EN TALLER DE LA UNIDAD

Anexo 17. Mapa de evacuación de PTARM Far West





ESCALA 1/30	MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.	REVISION 2023-01
DISEÑO: MEDIO J...		FECHA DE ACTUALIZACIÓN
DIBUJADO: H. GALI...	PLANO DE EVACUACIÓN	
REVISION: J. SECL...		
APROBACIÓN: A. MANTARI	PTARM FARWEST	18 ENERO 2023

Anexo 18. Inventario de herramientas manuales, eléctricas, neumáticas y operacionales

SODEXO		Inventario e Inspección de Herramientas Manuales, Eléctricas, Neumáticas y Operacionales				Número		
Elaborado por: <i>Andrés García Diestra</i>		Área: <i>PIADM, FAB WEST</i>		Fecha: <i>10/05/2017</i>				
Leyenda de Inspección: C = Conforme NC = No Conforme E = Eliminada		Leyenda Tipo: M = Manual N = Neumática O = Operacional		M = Manual N = Neumática O = Operacional				
Nº	Herramienta	Tipo	Marca/Modelo	Cantidad	1 Trim	2 Trim	3 Trim	4 Trim
1	Arce de sierra	M	Stanley	01	C	C	C	C
2	Llave stilson	M	Balco	01	C	C	C	C
3	Barretilla	M		01	C	C	C	C
4	Palote de mango corto	M		01	C	C	C	C
5	Carretilla	M	Dadoce	03	C	C	C	C
6	Rastillo con base plana	M		01	C	C	C	C
7	Camba	M		03	C	C	C	C
8	Rastillo Jardinero	M	Stanley	01	C	C	C	C
9	Escoba	M		01	C	C	C	C
10	Escalera portátil tijera	M		03	C	C	C	C
11	Lampa	M	Pemion	01	C	C	C	C
12	ppco	M	Tramontina	02	C	C	C	C
13	Hachete	M	Tramontina	03	C	C	C	C
14	Serrucho	M	Tramontina	01	C	C	C	C
15	Llave francesa	M	Stanley	01	C	C	C	C
16	Cuchara dispensadora	M	Rdgd	02	C	C	C	C
17	Tijera de podar	M		01	C	C	C	C
18	Ceja	M	Tramontina	01	C	C	C	C
19	Tertol	M	Stanley	02	C	C	C	C
20	Plancha de gilir	M		03	C	C	C	C
	Espotata	M		01	C	C	C	C
	Cinzel	M	Tramontina	01	C	C	C	C
	wincha	M	Stanley	01	C	C	C	C
	Hartillo	M	Redline	01	C	C	C	C
	Stocka	M	Masulocit	01			C	C
	bomba	M		01			C	C

arios:

Firma del Responsable de Área: *Andrés García Diestra*

Anexo 19. Rellenado de IPERC continuo y Check list

FECHA: 14-10-22		LUGAR/LABOR: PIANT. PAN WEST		NIVEL: Superficie		
DESCRIBA LA ACTIVIDAD: Operación y mantenimiento de la PIANT. PAN WEST						
HORA	NOMBRES Y APELLIDOS				FIRMA	
07:00	Juan Daniel Alayo Canaza					

SEVERIDAD	Grave	1	2	4	7	11	
	Medio	2	3	5	8	12	16
	Peligro	3	6	9	13	17	21
	Fuerte	4	10	14	18	21	25
	Mayor	5	15	19	23	27	31

Código: PG-GI-6-F2 Ver. 4		
PROBABILIDAD	Probabilidad de frecuencia	Frecuencia de exposición
Común (muy probable)	Sucede con demasiada frecuencia	Más de 10 o más personas expuestas. Varias veces al día.
Ha sucedido (probable)	Sucede con frecuencia	Moderado (3 a 5) personas expuestas varias veces al día.
Podría suceder (posible)	Sucede ocasionalmente	Pocas (1 a 2) personas expuestas varias veces al día. Muchas personas expuestas ocasionalmente.
Raro que suceda (poco probable)	Rara vez ocurre. No es muy probable que ocurra.	Moderado (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente.
Prácticamente imposible que suceda.	Muy rara vez ocurre. Improbable que ocurra.	Pocas (1 a 2) personas expuestas ocasionalmente.

Peligro <small>(Describe la fuente de energía, situación o acto con potencial de causar daño)</small>	Riesgo <small>(Describe qué podría pasar si no se controla el peligro)</small>	EVALUACIÓN RIESGO BASE	Controles <small>(Describe qué hará para evitar que el riesgo ocurra aplicando la priorización de controles)</small>			PRIORIDAD DE APLICACIÓN DE CONTROLES	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL
			1	2	3		
presencia de microorganismos patógenos (Covid-19)	Exposición a microorganismos patógenos por contacto.	12	- Control con el control de vacunación con los 3 dosis ante el covid-19. - Lavado de manos durante 20-30s. - Distanciamiento social de 1m. - uso de alcohol 60%. - uso de mascarilla en lugares cerrados, comedor, vehicular.			4	16
manipulación de insumos químicos (coagulante, clorante)	Exposición a gases químicos por contacto o inhalación.	13	- Aplicar el PDS-MA-VL y PDS-MA-VL "Dispersión con cloro ferrico" y "preparación y distribución de placentas". - Hacer uso de las recomendaciones de las hojas MSDS de cada insumo químico. - uso de casco, guantes, lentes y zapatos de seguridad.			4	17
Manipulación de tableros y equipos eléctricos	contacto con energía eléctrica inducida	13	- Tableros eléctricos con puerta a tierra. - NO manipular tableros y equipos eléctricos con las manos mojadas. - uso de casco, guantes, botibugato y zapatos de seguridad.			4	17
Traslapar por caminos y escaleras de la PIANT. PAN WEST	caída al mismo u/o diferente nivel	18	- Interdichos de pasamanos estabilizados y botapies. - Aplicar el E-116-1 escaleras, barandas y rampas peatonales. - uso de pasamanos y los sportel de apoyo. - uso de calzonas de seguridad.			4	21
manipulación de herramientas manuales (pico y pala)	golpeado por herramientas	18	- Verificar que las herramientas cuenten con la carta trimestral. - realizar el check-list de herramientas. - uso de guantes, casco, botibugato y calzonas de seguridad.			4	21
Traslapos repetitivos durante el deshierbo, desbroce y riego de áreas verdes	Exposición a movimientos repetitivos	21	- Aplicar E-RH-CF-01 "manipulación manual de carga y posicionamiento postural por Puerto de trabajo". - Realizar pausas activas y descansos periódicos. - Aplicar PDS-MA-9 "Acogederos, Replantación y Mantenimiento de áreas Verdes".			4	23

HORA	NOMBRES Y APELLIDOS DEL SUPERVISOR	MEASURAS CORRECTIVAS ADICIONALES (Si no recomienda nuevos controles, refuerza los existentes)	FIRMA



Check List - PTARM FAR-WEST R-2

TIPO DE TRABAJO: PTARM - FAR WEST	TRABAJADORES: 1 Jon Alaya Comesa
FECHA: 19-10-2022	2
DE DDS: ANEXO 6	3
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO: Lavado de Gravos y mellos	4
	5
	6
	7

DESCRIPCIÓN DE TRABAJO	ESTADO				OBSERVACIONES	VERIFICACIÓN DE RESPUESTA A EMERGENCIA	ESTADO				OBSERVACIONES		
	Cant.	B	M	NA			Cant.	B	M	NA			
SEÑALIZACIÓN DEL AREA DE TRABAJO	02	/			}	BOTIQUIN	01	/			}		
SEÑALIZACIÓN DE VÍAS DE ACCESO	02	/				HERRAMIENTAS	06	/					
SEÑALIZACIÓN DE TRÁFICO	02	/				EXTINTOR	01	/					
						CUCHILLO/LAVAVISOS	01	/					
EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS	ESTADO				OBSERVACIONES	TELÉFONO CELULAR RPC							
	Cant.	B	M	NA									
ACCIONES	ESTADO				OBSERVACIONES	EVALUACIÓN DE E.P.P	ESTADO				OBSERVACIONES		
	Cant.	B	M	NA			Cant.	B	M	NA			
SEÑALES Y BANDERAS	10	/			}	EPP BÁSICO					}		
SEÑALES	12	/				CASCO TIPO SOMBRERO O JOCKEY	01	/					
SEÑALIZADORES DE LUZ	02	/				BARBIQUEDO	01	/					
SEÑALIZADOR DE RIESGO PERJUDICADO	-	-				GUANTES DE CUERO Y/O NITRIL	01	/					
SEÑAL DE AGUA	04	/				ZAPATOS O BOTAS PIZCADO	01	/					
SEÑAL DE FILTROS	12	/				RESPIRADOR POLVO/GASES	01	/					
SEÑAL DE ENTRENAMIENTO	06	/				LENTES DE SEGURIDAD	01	/					
SEÑAL DE LOS ESCALADORES	01	/				MMELLUCO CON CINTA REFLECTIVAS	01	/					
SEÑAL ELÉCTRICO	02	/				TAPONES AUDITIVOS	01	/					
SEÑAL DE PASO	01	/				GUANTES DE NEOPRENE	01	/					
						PROTECTOR DE MUCA U OREJERA (CORTA VIENTO)	01	/					
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ESTADO					OBSERVACIONES	EPP ESPECIAL						
	Cant.	B	M	NA				Cant.	B	M		NA	
SEÑAL DE SIERRA	01	/				}	CAPA IMPERMEABLE	03	/				}
SEÑAL DE SILENCIO	01	/					BOTAS DE JERE MUGLERA	03	/				
SEÑAL DE ESTILLA	01	/			LAMPARA PINEZA		01	/					
SEÑAL DE MANO CORTO	01	/			ARNES		01	/					
SEÑAL DE ESTILLA	02	/			LÍNEA DE VIDA		01	/					
SEÑAL DE BILLO CON BASE	03	/											
SEÑAL DE BILLO	01	/			MATERIALES								
SEÑAL DE BILLO JARDINERO	01	/			SIERRA		02	/			}		
SEÑAL DE BILLO	02	/			PAPEL INDICADOR DE pH		-	-					
SEÑAL DE BILLO PORTÁTIL	01	/			INSUMOS QUÍMICOS		02	/					
SEÑAL DE BILLO	02	/			BALDE DE PLÁSTICO	02	/						
SEÑAL DE BILLO	04	/			MATERIALES FILTRANTE	01	/						
SEÑAL DE BILLO	02	/			PITA PAPIA CON AGUA	01	/						
SEÑAL DE BILLO	01	/											
SEÑAL DE BILLO FRANCESA	02	/			OTROS								
SEÑAL DE BILLO DISPENSADORA	01	/			multiparametro	01	/			}			
SEÑAL DE BILLO REA	01	/			fusidometro	01	/						
SEÑAL DE BILLO REA	01	/											


COMENDACIONES DEL SUPERVISOR

NOMBRE	EMPRESA	HORA	RECOMENDACIONES
Supervisor del Titular Minero (Nombre)	Hora		RECOMENDACIONES

Anexo 20. Orden de trabajo

sodexo		ORDEN DE TRABAJO					Codigo: F-HSE-GDT		
Fecha: 14.10.22		Turno:	Día:	Hora:	Oficina:	Área:	Fecha Elab:	7/09/2021	
Nombre del Supervisor:		Diana Castro				Lugar:	Planta San José		
Lider de la Tarea:		Juan Alzate				Nivel/Labor:	Especialista		
Nombres de los Colaboradores:							Firma:		
1.	Juan Alzate Carrasco								
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
Categorización del colaborador: Si marca (SI) continúe con la actividad y si marca (NO) no inicie la actividad y comuníquela a su líder:								SI	NO
Identifican sus peligros de acuerdo a su trabajo y ejecutan sus controles existentes según el IPERC continuo.								<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fue entrenado en los ESTANDARES y PETS para desarrollar la actividad, conoce el procedimiento de la actividad que va a ejecutar?								<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Actividades Preliminares por seguridad:									
1. DBS									
2. Inspeccionar el área de trabajo, EPPs									
3. Realizar SPQR - cerrado									
Actividades a Desarrollar:					Croquis/Recomendaciones por parte de la supervisión				
Operación y mantenimiento de la PAMP - SAN JOSÉ									
Limpieza de áreas y muelles									
Áreas críticas de la actividad									
Control operacional Disponibilidad de coque Preparación y distribución de producto									
Controles de Seguridad									
Tránsito por caminos seguros									
Realizar el check-list de herramientas									
Firma Supervisor					Firma Líder				

Anexo 21. PETS de PTARM Far West R-2: 8, 21, 44, 45, 46, 47 y 48.

	Mantenimiento de Pozas de Sedimentación y Disposición Final de Lodos		U.E.A. RETAMAS
	Área: MEDIO AMBIENTE	Versión: 11	
	Código: PETS-MA-8	Página 1 de 3	

1. PERSONAL:

Jefe de Medio Ambiente, Asistente de Medio Ambiente, Auxiliar de Medio Ambiente.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

EPP generales para trabajos en superficie: mameluco, protector tipo sombrero y/o jockey, lentes de seguridad, guantes de nitrilo, visera con protector de nuca, bloqueador solar.

EPP específicos de acuerdo a los riesgos expuestos: Botas de jebes y/o musleras con punta de acero

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES:

Rastrillo plano, manguera, tela arpillera, lampa, camión cisterna, zaranda de malla ¾", balde, barreta, filtro: grava ± ¾" Ø, pre filtro: malla Rachel 60%, escalera, escoba, paleta de mango corto, espátula, pita rafia, aguja de arriero, rastrillo manual de madera, tortol.

4. PROCEDIMIENTO:

El personal de MARSA asegurará que la empresa contratista realice lo siguiente:

CONSIDERACIONES GENERALES

- 4.1 Tener la presencia del supervisor de operaciones durante el trabajo.
- 4.2 Verificar las condiciones del ambiente de trabajo incluyendo las vías de acceso y registrar en el ~~Check List~~.
- 4.3 Solicitar con anticipación al área que administra el camión cisterna para el traslado de lodos.
- 4.4 Verificar que el camión cisterna, esté estacionado en la zona de descarga de lodos, con las cuñas y los conos de seguridad respectivos. **(Golpeado por)**.
- 4.5 Verificar que el operador del camión cisterna, antes y después de la tarea, cierre y asegure las válvulas de descarga de la cisterna para evitar fugas y derrame de lodos.
- 4.6 Con ayuda del operador y la cisterna verificar el estado de la manga de descarga de lodos. **(Caída a diferente nivel)**.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE MINA LAS CHILCAS

- 4.7 La PTARM Las Chilcas cuenta con 3 pozas de sedimentación y un rompe presión de distribución, la limpieza se realizará en una poza manteniendo las otras dos en operación.
- 4.8 La secuencia de evacuación de las pozas y rompe presión se determinarán de acuerdo a la acumulación de lodos.
- 4.9 Cerrar la compuerta del buzón del canal de alimentación de la poza a limpiar, para derivar el agua hacia las pozas alternas. **(Exposición a movimientos repetitivos)**.
- 4.10 Colocar la madera forrada con la tela arpillera en la ranura de la ventana de la poza (P-2); no colocar los dedos entre la madera y la ranura de la ventana. **(atrapado por)**.
- 4.11 Descargar el agua clarificada abriendo la compuerta de doble hoja de la poza a limpiar, dejando un espejo de agua que se usará para la homogenización del lodo.
- 4.12 Repetir el paso 4.9 para las pozas alternas; luego proceder según lo indicado a partir del ítem 4.18.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE MINA FAR WEST (R-2)

- 4.13 La Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina FAR WEST cuenta con 3 pozas de sedimentación y un rompe presión, la limpieza se realizará en una poza manteniendo las otras dos en operación.
- 4.14 La secuencia de evacuación de las pozas y rompe presión se determinarán de acuerdo a la acumulación de lodos.

Preparado por: Pedro Barzola Oropeza	Revisado por: Karito Rosas Valverde	Revisado por: Willhem Sovero Aliaga	Aprobado por: José Morán Montoya
---	--	--	-------------------------------------

	Operación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina (PTARM) FAR WEST		U.E.A. RETAMAS
	Área: Medio Ambiente	Versión: 8	
	Código: PETS-MA-21	Página: 1 de 3	

1. PERSONAL:

Jefe de Medio Ambiente, Asistente de Medio Ambiente, Auxiliar de Medio Ambiente.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

EPPs generales para trabajos en superficie: mameluco, protector tipo sombrero y/o jockey, lentes de seguridad, respirador, cartuchos para polvo y gases, protector auditivo, guantes de nitrilo, zapatos con punta de acero, visera con protector de nuca, Bloqueador solar.

EPP específicos de acuerdo a los riesgos expuestos: Botas musleras con punta de acero, guante de nitrilo y/o neopreno caña larga, correa porta lámpara, ~~Capota~~.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES:

Camión grúa, camioneta, medidor de caudal, Tanques de metal o plástico, bidón de boca ancha manguera, lampa, baldes, jarra, frascos, cuchara dispensadora, floculante, agitador mecánico, cloruro férrico, balanza, bombas dosificadoras, lámpara minera, tubo o varilla de plástico, probeta graduada y/o vaso de precipitación, medidor de parámetros, ~~stoka~~, bidón.

4. ROCEDIMIENTO:

El supervisor de Medio Ambiente se asegurará que la empresa contratista realice lo siguiente:

CONDICIONES GENERALES

- 4.1. Verificar el área de trabajo y llenar en el ~~Check List~~ de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina – Far West e IPERC.
- 4.2. Asegurar el orden y limpieza en el área de trabajo.
- 4.3. Realizar la limpieza de los tanques y/o recipientes de preparación, no deben presentar sedimentos de los reactivos utilizados.
- 4.4. Verificar que la balanza cuente con suministro de energía, Antes de pesar los insumos, destarar la balanza. asegúrese que el recipiente no se encuentre con rastro de agua

VERIFICACIÓN DE LA RED DE CONDUCCIÓN


- 4.5. Verificar y limpiar los sólidos sedimentados en los buzones de paso, tuberías y buzones rompe presión, en el tramo de conducción de la Bocamina R-2 a la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina. **(Riesgo de caída a diferente nivel)**
- 4.6. Realizar la limpieza de malla, colocado en la cuneta de salida de la bocamina y buzones de paso, para evitar el paso de material que pueda obstruir la tubería. **(Riesgo de caída a diferente nivel)**
- 4.7. Verificar que las tuberías y buzones no presenten daños, obstrucciones y fugas, de observarse informar inmediatamente al supervisor **(Riesgo de caída a diferente nivel)**.

ABASTECIMIENTO Y TRASLADO DE LOS INSUMOS QUÍMICOS

- 4.8. Comunicar el stock crítico de insumos químicos en la operación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina, realizar la solicitud al supervisor para el abastecimiento con anticipación.
- 4.9. Para el abastecimiento y traslado del Cloruro Férrico, se realizará lo siguiente:

- a) El traslado de los isotanques con Cloruro Férrico (coagulante) desde el Almacén Central, a la caseta de dosificación debe realizarse con el apoyo de un camión grúa.

Preparado por: Pedro Barzola Oropeza	Revisado por: Kevin Rosas Valverde	Revisado por: Willhem Sovero Aliaga	Aprobado por: José Morán Montoya
---	--	--	-------------------------------------

	Traslado de Insumos Químicos para la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina – Far West		U. E. A. RETAMAS
	Área: Medio Ambiente Código: PETS-MA-44	Versión: 3 Página: 1 de 2	

1. PERSONAL:

Jefe de Medio Ambiente, Asistente de Medio Ambiente, Auxiliar de Medio Ambiente.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

EPP generales para trabajos en superficie: mameluco o Camisaco y pantalón con cintas reflectivas, protector tipo sombrero y/o jockey, lentes de seguridad, respirador, cartuchos para polvo y gases, zapatos de seguridad, visera con protector de nuca, bloqueador solar.
EPP específicos de acuerdo a los riesgos expuestos: Guante de nitrilo y/o neopreno caña larga, Capotín.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES:

Camión grúa, monta carga, carretilla hidráulica (stoka), eslingas, grilletes, isotanques con cloruro Férrico, conos de seguridad.

4. PROCEDIMIENTO:

El supervisor de Medio Ambiente se asegurará que se realice lo siguiente:

CONDICIONES GENERALES

- 4.1. Verificar las condiciones climáticas, ruta de traslado, zonas de carga y descarga, herramientas, equipos, materiales y llenar en el Check List.
- 4.2. Identificar los peligros, evaluar los riesgos y determinar los controles, registrando en la IPERC Continuo, lo cual debe ser verificado y analizado por él supervisor.
- 4.3. Asegurar el orden y limpieza de la zona de carga y descarga.
- 4.4. Comunicar el stock crítico de insumos químicos en la caseta de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina, realizar la solicitud al supervisor para el abastecimiento con anticipación.
- 4.5. Para realizar el traslado de insumos químicos se debe contar con el Permiso Escrito de Trabajo Alto Riesgo y hoja MSDS.
- 4.6. Para el traslado de insumos químicos esta se desarrollara por el operador de la grúa y el ~~oper~~ quien realizara el colocado de eslinga e indicaciones de izaje.

ABASTECIMIENTO Y TRASLADO DE LOS INSUMOS QUÍMICOS

Floculante:

- 4.7. El traslado del floculante, del Almacén Central a la caseta de insumos, se realizará con unidad móvil, en caso de lluvia deberá protegerse la carga con plástico.

Coagulante (Cloruro Férrico):

- 4.8. El carguío de los isotanques de Cloruro Férrico en el Almacén Central San Andres será realizarlo con un montacargas y/o con el camión grúa.
- 4.9. El traslado de los isotanques con Cloruro Férrico (coagulante) desde el Almacén Central a la caseta de dosificación, debe realizarse con el apoyo de un camión grúa.
- 4.10. Al momento de cargar y descargar, el operador del camión grúa debe colocar todas sus señales de seguridad y coordinar con el personal, quien direccionará el descenso de la isotanque sin exponerse bajo la carga suspendida. **(Riesgo de aplastamiento por isotanque).**
- 4.11. La descarga de los isotanques de Cloruro Férrico en la caseta de dosificación se realizará en coordinación con el operador de turno de la planta de tratamiento y el operador de

Preparado por: Pedro Barzola Oropeza	Revisado por: Karito Rosas Valverde	Revisado por: Willhem Sovero Aliaqa	Aprobado por: José Morán Montoya
Asistente de Medio Ambiente			Cargo: Gerente de Operaciones

	Control Operacional (Toma de Muestras y Lectura de Datos) en Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina – Far West		U. E. A. RETAMAS
	Área: Medio Ambiente	Versión: 3	
	Código: PETS-MA-45	Página 1 de 2	

1. PERSONAL:

Jefe de Medio Ambiente, Asistente de Medio Ambiente, Auxiliar de Medio Ambiente.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

EPP generales para trabajos en superficie: mameluco o Camisaco y pantalón con cintas reflectivas, protector tipo sombrero y/o jockey, lentes de seguridad, guantes de nitrilo, zapatos de seguridad, visera con protector de nuca, bloqueador solar.

EPP específicos de acuerdo a los riesgos expuestos: Botas y/o botas musleras, guantes de nitrilo y/o neopreno caña larga, Capotín.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES:

Medidor de caudal, balde, jarra, frascos, lámpara minera, vaso de precipitación, medidor de parámetros, Turbidímetro, soluciones buffer, papel toalla, saco polipropileno.

4. PROCEDIMIENTO:

El supervisor de Medio Ambiente se asegurará que se realice lo siguiente:

CONDICIONES GENERALES

- 4.1. Verificar el área de trabajo, herramientas, equipos, materiales y llenar en el Check List Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina-Far West.
- 4.2. Identificar los peligros, evaluar los riesgos y determinar los controles, registrando en la IPERC Continuo, lo cual debe ser verificado y analizado por el supervisor.
- 4.3. Revisar las condiciones de los puntos de toma de muestra.
- 4.4. Los equipos de control de parámetros deben estar en buen estado de operación y ser verificados.

TOMA DE MUESTRAS Y LECTURA DE PARÁMETROS

- 4.5. El operador, realizará la toma de muestra del agua residual de mina, antes de la adición de insumos químicos para el tratamiento, lo realizará en la cuneta ubicada a la salida la bocamina R-2. **(caídas al mismo nivel)**
- 4.6. Utilizando un recipiente o jarra, enjuagar con la misma agua para la muestra y tomar la muestra, seguidamente con el equipo de medición de parámetros, medir sumergiendo los electrodos en la jarra y encender el equipo para la lectura de: pH, conductividad.
- 4.7. Para la turbidez usar un equipo Turbidímetro, para ello la muestra será llenado a una celda de vidrio el cual se debe introducir a la porta celda del equipo, encender el equipo para su lectura.
- 4.8. Para el muestreo y lectura de datos del agua tratada que sale de la planta al cuerpo receptor, se tomará en el canal de descarga al río, para la lectura de los parámetros se seguirá los mismos pasos del 4.6, 4.7. **(caídas al mismo y distinto nivel)**.
- 4.9. Los valores de los parámetros registrados, tanto al ingreso como a la salida de la planta, serán consignados en el cuaderno de actividades, los cuales al culminar la guardia serán ingresados a una base de datos para su interpretación.
- 4.10. El control de los parámetros se realiza tres veces por turno, día (8:00 a.m, 01:00 p.m) y 05:00 p.m) y noche (08:00 p.m, 1:00 a.m y 5:00 a.m).
- 4.11. La medición del pH del proceso se realiza a la salida de la bocamina R2, además realizar la verificación del equipo multiparámetro al inicio de las operaciones.
- 4.12. Si al realizar la verificación del equipo multiparámetro esta se encuentra fuera de rango, se debe realizar el reajuste con los buffer de pH y conductividad.

Preparado por: Pedro Barzola Oropeza	Revisado por: Karito Rosas Valverde	Revisado por: Wálhem Sovero Aliaqa	Aprobado por: José Morán Montoya
Asistente de Medio Ambiente	Jefe de Medio Ambiente	Gerente de EPP	Cargo: Gerente de Operaciones

	Dosificación de Coagulante (Cloruro Férrico) en la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina		U. E. A. RETAMAS
	Área: Medio Ambiente	Versión: 3	
	Código: PETS-MA- 46	Página: 1 de 2	

1. PERSONAL:

Jefe de Medio Ambiente, Asistente de Medio Ambiente, Auxiliar de Medio Ambiente.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

EPP generales para trabajos en superficie: mameluco o camisaco y pantalón con cintas reflectivas, protector tipo sombrero y/o jockey, lentes de seguridad, respirador, cartuchos para polvo y gases, protector auditivo, zapato de seguridad, visera con protector de nuca, bloqueador solar.

EPP específicos de acuerdo a los riesgos expuestos: Guante de nitrilo y/o neopreno, careta facial.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES:

Tanques de plástico o isotanques, manguera, baldes, jarra, cloruro férrico, bombas dosificadoras, lámpara minera, tubo o varilla de plástico, probeta graduada y/o vaso de precipitación, bidón de plástico de boca ancha.

4. PROCEDIMIENTO:

El supervisor de Medio Ambiente se asegurará que se realice lo siguiente:

CONDICIONES GENERALES

- 4.1. Verificar el área de trabajo, herramientas, equipos, materiales y llenar en el Check List Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina Las Chilcas.
- 4.2. Identificar los peligros, evaluar los riesgos y determinar los controles, registrando en la IPERC Continuo, lo cual debe ser verificado y analizado por él supervisor.
- 4.3. Asegurar el orden y limpieza del área de trabajo.

DOSIFICACIÓN DEL COAGULANTE (Cloruro Férrico)

- 4.4. El coagulante no requiere de preparación, debido a que el Cloruro Férrico viene de fábrica en isotanque de 1 m³ a una concentración de 40% a 42% por el proveedor, la dosificación se realiza con una bomba dosificadora en forma directa. **(Riesgo de Contacto indirecto con energía eléctrica).**
- 4.5. Abrir la tapa superior del isotanque e introducir la manguera de succión de la bomba dosificadora el cual debe estar sujetado a una varilla o tubo, dicha varilla debe alcanzar el fondo del isotanque a fin de evitar que la manguera flote y succione aire. **(Riesgo de exposición a agentes químicos por contacto)**
- 4.6. Encender la bomba dosificadora: primero regular la frecuencia de succión y luego regular su amplitud de succión, considerando las características y volumen del agua a tratar, verificar el flujo de dosificación utilizando una probeta graduada de un litro. **(Riesgo de exposición a agentes químicos por contacto, Contacto con energía eléctrica indirecta)**
- 4.7. En caso de que succione aire la bomba dosificadora, purgar la manguera para eliminar la burbuja de aire, para ello apagar la bomba dosificadora. **(Riesgo de exposición a agentes químicos por contacto)**
- 4.8. Levantar la boquilla de la manguera de salida por encima del nivel de la bomba dosificadora, utilizando un recipiente para la salida de aire-coagulante.
- 4.9. Desajustar la boquilla de salida de la manguera y colocar en el recipiente y/o balde y encender la bomba hasta la salida de la burbuja. **(Riesgo de exposición a agentes químicos por contacto)**

Preparado por: Pedro Barzola Oropeza	Revisado por: Karito Rosas Valverde	Revisado por: Willhem Sovero Aliaqa	Aprobado por: José Morán Montoya
Asistente de Medio Ambiente			Cargo: Gerente de

 <small>MARSA</small>	Preparación y Dosificación de Floculante en la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina		U. E. A. RETAMAS
	<small>Área: Medio Ambiente</small>	<small>Versión: 3</small>	
	<small>Código: PETS-MA-47</small>	<small>Página 1 de 2</small>	

1. PERSONAL:

Jefe de Medio Ambiente, Asistente de Medio Ambiente, Auxiliar de Medio Ambiente.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

EPP generales para trabajos en superficie: mameluco o camisaco y pantalón con cintas reflectivas, protector tipo sombrero y/o jockey, lentes de seguridad, respirador, cartuchos para polvo y gases, protector auditivo, zapato de seguridad, visera con protector de nuca, bloqueador solar.

EPP específicos de acuerdo a los riesgos expuestos: Guante de nitrilo y/o neopreno caña larga.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES:

Medidor de caudal, tanques de metal o plástico, manguera, jarra graduada, vaso de precipitación, frascos, cuchara dispensadora, floculante, agitador mecánico, balanza, lámpara minera, línea de aire comprimido.

4. OCEDIMIENTO:

El supervisor de Medio Ambiente se asegurará que se realice lo siguiente:

CONDICIONES GENERALES

- 4.1. Verificar el área de trabajo, herramientas, equipos, materiales y llenar en el Check List de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina.
- 4.2. Identificar los peligros, evaluar los riesgos y determinar los controles, registrando en la IPERC Continuo, lo cual debe ser verificado y analizado por él supervisor.
- 4.3. Asegurar el orden y limpieza del área de trabajo.
- 4.4. Realizar la limpieza de los tanques y/o recipientes de preparación, no deben presentar sedimentos. De presentar sacar los sedimentos de arena en sacos para disponerlos.
- 4.5. Antes de pesar los insumos, destarar la balanza.

PREPARACIÓN Y DOSIFICACIÓN DEL FLOCULANTE

- 1.1. La preparación del floculante se debe realizar a una concentración del 0.08% a 0.1 % (0.08 g Floc. - 1 g Floq. / 1 L agua).
- 1.2. Retirar el floculante de la bolsa, utilizando una cuchara dispensadora, evitando generar polvo, pesar en un recipiente de medida (jarra) en la balanza previamente destarada de acuerdo al volumen a preparar. **(Exposición a polvo por inhalación)**
- 1.3. Abrir la válvula de agua fresca y llenar ¼ del volumen del tanque agitador. **(Golpeado por)**.
- 1.4. Para disolver el floculante en el agua, poner en marcha la agitación, seguidamente, añadir el floculante en forma gradual (chorro delgado) a la corriente de agua que sale de la cañería. **(Exposición de agente químico por contacto) (Contacto con energía indirecta)**
- 1.5. Al terminar la adición del floculante, completar el tanque con agua fresca y cerrar la válvula, dejando un borde libre para evitar el rebose de la solución.
- 1.6. Una vez terminada la preparación, dejar la solución en agitación para la maduración durante 60 minutos; y luego dosificar al buzón de mezcla según el flujo del agua residual y las características físicas del agua. **(Caída a diferente nivel)**
- 1.7. Apenas se haya vaciado el tanque agitador, se iniciará la dosificación con el tanque auxiliar, para volver a preparar nuevamente. **(Exposición de agente químico por contacto)**

	Limpieza de Pozas de Sedimentación y Evacuación de Lodos, Planta de Tratamiento de Agua Residual de Mina – Far West		UEA RETAMAS
	Área: Medio Ambiente Código: PETS-MA-48	Versión: 3 Página 1 de 3	

1. PERSONAL:

Jefe de Medio Ambiente, Asistente de Medio Ambiente, Auxiliar de Medio Ambiente.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

EPP generales para trabajos en superficie: mameluco o camisaco y pantalón con cintas reflectivas, viseras con protector de nuca, protector tipo sombrero y/o jockey, lentes de seguridad, guantes de nitrilo, Bloqueador solar.

EPP específicos de acuerdo a los riesgos expuestos: Botas de jebe y/o musleras con punta de acero, Capotín.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES:

Rastrillo plano, manguera, tela arpillera, lampa, camión cisterna, balde, barreta, filtro: grava $\pm \frac{1}{2}'' \phi$, pre filtro: malla raschel 60%, escalera, escoba, espátula, pita rafia, aguja de arriero, rastrillo manual de madera, tortol.

4. PROCEDIMIENTO:

El supervisor de Medio Ambiente se asegurará que se realice lo siguiente:

CONSIDERACIONES GENERALES

- 4.1 Verificar las condiciones del ambiente de trabajo incluyendo vías de acceso, herramientas, equipos, materiales y registrar en el Check List **(Caída al mismo nivel)**.
- 4.2 Identificar los peligros, evaluar los riesgos y determinar los controles, registrando en la IPERC Continuo, lo cual debe ser verificado y analizado por el supervisor.
- 4.3 Solicitar con anticipación al área responsable de la administración del camión cisterna para el traslado de lodos un día antes.
- 4.4 Verificar que el camión cisterna, esté estacionado en la zona de descarga de lodos, con las cuñas y los conos de seguridad respectivos. **(Golpeado por)**.
- 4.5 Verificar que el operador del camión cisterna, antes y después de la tarea, cierre y asegure las válvulas de descarga de la cisterna para evitar fugas y derrame de lodos.
- 4.6 Con ayuda de la cisterna verificar las condiciones de la manga de descarga de lodos.
- 4.7 La secuencia de evacuación de las pozas y rompe presión se determinarán de acuerdo a la acumulación de lodos.
- 4.8 El ticket de balanza será entregado el mismo día de la evacuación al área de Medio Ambiente.

Operación de compuertas

- 4.9 Cerrar la compuerta del buzón del canal de alimentación de la poza a limpiar, para derivar el agua hacia las pozas alternas. **(caída a distinto nivel, golpeado por)**.
- 4.10 Una vez cerrado la compuerta se procederá a descargar el agua clarificada teniendo el siguiente orden, primero descargar el agua clarificada abriendo la compuerta de doble hoja de la poza mediana, segundo, descargar el agua clarificada de la poza grande, dejando en ambos casos un espejo de agua que se usará para la homogenización del lodo. **(caída a distinto nivel, golpeado contra)**
- 4.11 Repetir el paso 4.9 y 4.10 para las siguientes pozas alternas.

Preparado por: Pedro Barzola Oropeza	Revisado por: Karito Rosas Valverde	Revisado por: Willhem Sovero Aliaqa	Aprobado por: José Morán Montoya
---	--	--	-------------------------------------