



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Remoción del Manganeso con el Método de
Reducción-Alcalinización en las aguas
contaminadas por los procesos mineros en la
Provincia de Huaral 2017**

Ruth Katherine EcheGARAY Contreras

Huancayo, 2018

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Jacinto Venancio Arroyo Aliaga.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Universidad Continental por ser mi alma mater en mi formación profesional, en especial a la E.A.P. de Ingeniería Ambiental; también quiero agradecer a la Consorcio Stockholm Mining S.A.C., por demostrar un compromiso con la conservación del ambiente, por permitir que desarrolle la tesis en sus infraestructuras de la organización; de igual modo al laboratorio acreditado de la empresa Certificaciones y calidad S.A.C. por brindarme los análisis de las muestras tomadas en el interior de la mina.

De manera especial, deseo agradecer al Ing. Jacinto Venancio Arroyo Aliaga por la asesoría en toda la realización de la tesis, también agradecer a los ingenieros Cristian Omar Márquez Sarmiento y Víctor Rubén Márquez Sarmiento. también a la Lic. Yanina Capacyachi por su paciencia y por impartirme sus conocimientos a lo largo del proceso de la investigación de la tesis; de igual modo al Tec. Oswaldo Albino Rojas, por su apoyo incondicional con el desarrollo de la presente tesis desde el enfoque técnico y por el interés con el cumplimiento de los compromisos ambientales convenientes de la empresa.

DEDICATORIA

Dedico mi investigación a Dios, mi abuelita, padres, mi compañero de vida, hermanos, amigos y colegas que me dieron todo su apoyo, motivación, fuerzas y su amistad a lo largo del proceso de mi vida profesional.

ÍNDICE

PORTADA	i
ASESOR	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Formulación del problema.....	6
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3. Justificación e importancia	7
1.3.1. Justificación práctica	7
1.3.2. Justificación metodológica	7
1.3.3. Justificación científica	7
1.3.4. Importancia	8
1.4. Hipótesis y variables	8
1.4.1. Hipótesis de investigación.....	8
1.4.2. Hipótesis nula.....	9
1.4.3. Hipótesis alternativa.....	9
1.4.4. Operacionalización de las variables.....	10

CAPÍTULO II	11
2.1. Antecedentes de la investigación	11
2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos	11
2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis	11
2.1.3. Antecedentes encontrados en artículos de divulgación	18
2.2. Bases teóricas	20
2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación	20
2.2.2. Fundamentos metodológicos de la investigación	49
2.2.3. Modelo teórico de la investigación	54
2.3. Definición de términos	54
CAPÍTULO III	57
3.1. Método, tipo y nivel de la investigación	57
3.1.1. Métodos de la investigación	57
3.1.2. Tipo de la investigación	59
3.1.3. Nivel de la investigación	59
3.2. Diseño de la investigación	59
3.3. Población y muestra	60
3.3.1. Población	60
3.3.2. Muestra	60
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	61
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	61
3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos	61
CAPÍTULO IV	62
4.1. Resultados de la investigación	62
4.1.1. Prueba de hipótesis	66
4.2. Discusión de resultados	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 Conflictos Sociales-Perú	2
Figura 02.Las explosiones cubrieron de polvo el glaciar Toro 1.	3
Figura 03.Contaminación de los ríos por relaves mineros.	4
Figura 04.Destrucción de la vegetación.	4
Figura 05.Impactos en las hojas de las plantas causados por altas concentraciones de manganeso.	5
Figura 06.Contaminación de las aguas por metales pesados.	20
Figura 07.Impacto por el Manganeso.	21
Figura 08.Sistemas de Cristalización del Manganeso.	23
Figura 09.Celda Electrolítica.	24
Figura 10.Diagrama de Pourbaix del Agua.	26
Figura 11. Diagrama de Pourbaix (Mn).	28
Figura 12. Tipos de tratamientos de aguas residuales industriales.	29
Figura 13. Contaminación del agua.	31
Figura 14.Procesos de adsorción, absorción e intercambio iónico.	34
Figura 15.Métodos de tecnologías de Tratamiento completo.	35
Figura 16.Proceso de Coagulación en las partículas coloidales.	36
Figura 17.Solubilidad de hidróxidos metálicos en relación al pH	45
Figura 18. Método de Tratamiento Pasivo-Activo.	46
Figura 19. Matriz de Leopold.	48
Figura 20.Límites Máximos Permisibles de Bhutan.	49
Figura 21. Diagrama de Pourbaix del Manganeso - Tratamiento no convencional.	51
Figura 22. Determinación del valor crítico de la prueba de correlación.	66
Figura 24.Representación de la prueba de hipótesis entre las concentraciones (inicial y final) del manganeso.	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Operacionalización de las variables.	10
Tabla 2 Propiedades Físicas-Químicas de Mn.....	22
Tabla 03. Estándares de Calidad Ambiental del Agua.	52
Tabla 04. Límites Máximos Permisibles	52
Tabla 5. Comparación de la norma con los resultados de laboratorio	53
Tabla 06.Diseño del Experimento al Azar	60
Tabla 07.Resultados de la Caracterización de los Metales Pesados encontrados en el agua contaminada.	62
Tabla 08.Resultados del agua tratada por el método de reducción-alkalinización.....	63
Tabla 09.Comparación entre los resultados y el ECA	64
Tabla 010. Evaluación de la mitigación del Impacto Ambiental.....	64
Tabla 011. Cuadro de Valores.....	65

RESUMEN

Objetivo: Remover el manganeso mediante el método de reducción- alcalinización de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017. **Métodos:** Método deductivo y analítico, es observacional, de tipo aplicado y nivel correlacional, de diseño pre experimental de corte transversal; el método aplicado de acuerdo al tratamiento del efluente fue de reducción y alcalinización y para una adecuada determinación de la cantidad adecuada de los reactivos tratantes que se manejó en la prueba de jarras previa a la caracterización de la muestra contaminada por el manganeso. **Resultados:** el método usado fue el más óptimo puesto que hubo una remoción de Mn, dando como resultados de concentración del contaminante sin tratar es de 3,063 y el efluente tratado es de 0,0159, se obtuvo un resultado positivo ($R_o = 0.894$) respecto al tratamiento de las aguas residuales industriales generadas en el interior de la mina. **Conclusiones:** La remoción del manganeso mediante el método de reducción-alkalinización de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017 fue de un 99.47% logrando mantener a la concentración por debajo de los estándares de calidad ambiental del agua, considerando un pH de 12 y una disolución de cal de 6mL.

Palabras clave: reducción-alkalinización, manganeso, pH, mitigación de impacto ambiental.

ABSTRACT

Objective: To remove manganese by means of the reduction-alkalinization method of the waters contaminated by the mining processes in the province of Huaral 2017. **Methods:** Deductive and analytical method, is observational, of applied type and correlational level, of pre-experimental cross-sectional design; The method applied according to the treatment of the effluent was reduction and alkalinization and for an adequate determination of the appropriate quantity of the treatment reagents that was handled in the jar test prior to the characterization of the sample contaminated by manganese. **Results:** the method used was the most optimal since there was a removal of Mn, giving as results of concentration of the untreated pollutant is 3,063 and the treated effluent is 0.0159, a positive result was obtained ($R_o = 0.894$) regarding the treatment of industrial wastewater generated inside the mine. **Conclusions:** The removal of manganese by the method of reduction-alkalinization of waters contaminated by the mining processes in the province of Huaral 2017 was 99.47%, keeping the concentration below the environmental quality standards of the water, considering a pH of 12 and a lime solution of 6mL.

Key words: reduction-alkalinization, manganese, pH, mitigation of environmental impact.

INTRODUCCIÓN

Los relaves mineros son un problema a nivel internacional, nacional y local, ha causado impactos ambientales como la contaminación de aguas. Después de llevar a cabo las actividades mineras, estas aguas contaminadas son arrojadas al ambiente sin ser tratadas ni supervisadas, causando con esto impactos ambientales significativos. Esto se viene dando por un largo periodo de tiempo con mayor seriedad de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental en relación con los contaminantes criterios como el Mn que se generan en los procesos mineros y con los límites máximos permisibles en relación al pH en el vertimiento del efluente de los procesos de producción de la mina. No obstante, el beneficio de las empresas mineras en cumplir con sus compromisos ambientales dados por los Instrumentos de Gestión Ambiental; manejan con eficiencia sus procesos cumpliendo con los parámetros dados por la normatividad peruana. Muy a parte permite generar técnicas y nuevos conocimientos para incrementar la eficiencia con los cumplimientos de los compromisos ya mencionados. En la investigación se buscó un método adecuado para el tratamiento de las aguas contaminadas por los procesos de la mina, evidenciada y aprobada mediante una correcta concentración y dosis de reactivos, complementario a que dicha dosis fue considerada en las pruebas realizadas de acuerdo con los sistemas no convencionales del tratamiento de las aguas residuales industriales: asumiendo que el método de reducción-alkalinización es óptimo y por ende el tratamiento de la muestra contaminada por los procesos mineros sea el adecuado para la remoción del manganeso y la organización cumpla con sus compromisos ambientales.

En el capítulo I de la tesis se muestra el problema en relación a la generación de aguas con una carga de contaminantes criterios de los procesos de la actividad minera, se formuló los problemas y objetivos de tesis y sus hipótesis; adicionalmente se formuló también las justificaciones de la tesis, además de la importancia como un conocimiento científico y académico frente a una problemática, de igual manera se realizó el cuadro de operacionalización de las variables en correlación de la Ingeniería Ambiental.

En el capítulo II de la tesis se muestran los antecedentes adecuados del tema de investigación, también se da a conocer los fundamentos teóricos y metodológicos en las bases teóricas, complementario a la definición de términos respecto al estudio; de igual manera, considerando las bases teóricas se llevó a realizar un modelo teórico adecuado para el estudio con el objeto de lograr un aporte científico y académico.

En el capítulo III se realizó la metodología de la investigación, tomando en cuenta una información apropiada, adicionalmente la delimitación de la población y muestra, también se realizó la recolección de datos adecuados, el análisis y tratamiento óptimo para la tesis.

En el capítulo IV se evidencian los resultados de la presente investigación, también el análisis y comprobación estadística y técnica, indicando que, el desarrollo de la prueba de jarras en relación a la dosis y concentración adecuada de los reactivos, se optimizó el tratamiento del efluente industrial generado por los procesos mineros, evidenciando un porcentaje de eficiencia en la remoción del manganeso.

Finalmente concluyo que la aplicación del método de reducción-alkalinización basado en la dosis y concentración de los reactivos, estimada en relación con prueba de jarras influyó de manera positiva ($R_o = 0.894$) en el tratamiento de las aguas residuales industriales formadas por procesos mineros, demostrando que se tuvo una eficiencia de 99.47% de remoción de manganeso, esta investigación puede ser replicado complementariamente en tesis de estudio similares, también incluyendo a otros factores de contaminación, con el objeto de desarrollar en diferentes periodos de tiempo, y cumplir con una minería sostenible y comprometida con la preservación del ambiente.

La autora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Los relaves mineros son un problema a nivel internacional, ha causado impactos ambientales como destrucción de suelos, contaminación de aguas, después de llevar a cabo las actividades mineras estas aguas son arrojadas al ambiente sin ser tratadas ni supervisadas. Es así que se han realizado diversos estudios y se ha apreciado que el uso de tierra para la actividad minera entre los años 1976 y 2000 fue de 37.000 km²; cerca del 0,2% de la superficie terrestre. Los países desarrollados causan impactos negativos dejando terrenos perturbados por la actividad minera. El nivel de recuperación de esos terrenos es creciente y se han utilizado para botar residuos de minas o residuos domésticos. La cuenca del Witwatersrand de Sudáfrica, tiene una contaminación de metales criterios mayor en aguas superficiales, los cuales son: Co, Mn, Ni, Pb y Zn como resultado del proceso los procesos que realiza la mina al generar la productividad en la explotación de los minerales. (1).

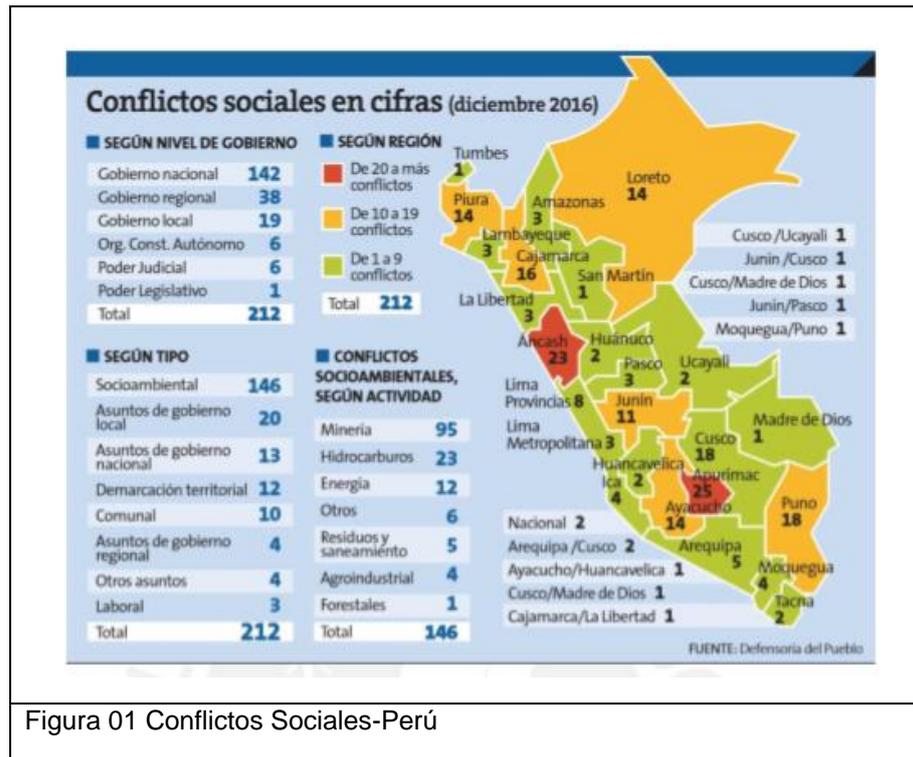


Figura 01 Conflictos Sociales-Perú

Fuente: Perú 21 (2).

Los últimos tiempos los problemas sociales tienen una mayor importancia, el problema ambiental es indispensable para la desconfianza de las personas en relación a la minería. Las inquietudes frente al problema ambiental han aumentado ya que sea por el motivo de minería que se han dado varios impactos negativos en el ambiente y esta problemática es a nivel internacional, nacional y local. Otro factor es la falta de comunicación de estos impactos, por ende, hay altos niveles de conflictividad social y ambiental.

Estos impactos negativos se dan a nivel internacional, un caso conocido es el derrame del relave minero de la empresa Barrick Gold causando un impacto ambiental negativo en la provincia de San Juan, Chile en el proyecto de Pascua Lama, el cual fue frenado al encontrar una concentración mayor a los parámetros de partículas contaminantes sobre los glaciares Toro 1 y Esperanza causando con esto impactos ambientales negativos. El problema es que el proyecto, en relación con los documentos de la organización Barrick Gold, está ubicada en un hábitat periglacial, protegido por la ley de glaciares dado en este país. Se trata de un terreno altamente inestable. Por eso, cuando construyeron el túnel, se drenó de las paredes una cantidad de 32 y 170 litros de agua contaminada por segundo. Actualmente la

empresa Barrick Gold, dan a conocer que el agua que fluye por las paredes del túnel entre 60 y 70 litros por segundo. Este efluente tiene un grado de acidez de 3, altamente ácido provocando impactos ambientales negativos. Los resultados de los análisis de vegetación en el río de las Taguas muestran una intoxicación con metales los cuales fueron el Cu, Fe, Mn y Zn. La vegetación evidencia “altas concentraciones”, se dan efectos negativos en las plantas. En el agua se muestra una cantidad de acidez que se convierte en la disponibilidad de algunos metales como el Mn, Zn, Cu, Fe y Al, están disponibles y son absorbidos por las plantas (3).



Fuente: PARRILLA (3).

A nivel del Perú, se refleja la misma problemática. Estudios realizados en la Región de Puno, en la Provincia de Lampa, Distrito de Ocuvi, el alcalde Cosme Cari Huaynacho, informo sobre la existencia de cuatro pozos y tuberías de la minera Aruntani S.A.C, las que estarían emanando relave minero, contaminando los ríos del lugar. Tales hallazgos los efectuó el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, estas acciones no estaban contenidas dentro del Estudio de Impacto Ambiental, por lo que se corroborase deberán ser sancionados drásticamente (4).



Figura 03. Contaminación de los ríos por relaves mineros.

Fuente: RPP NOTICIAS (4)

A nivel local, los relaves han causado un gran impacto siendo este la forestación en la provincia de Huaral, siendo perjudicial para los suelos. Las concentraciones de estas especies químicas sobrepasan los Límites máximos permisibles, incumpliendo con las normas ambientales establecidas por la legislación peruana vigente y causando daños en los humanos (5).



Figura 04. Destrucción de la vegetación.

Fuente: ALERTAPLOMO (5).

En las investigaciones dadas por la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, se presentó e niveles elevados de manganeso por un gran periodo de tiempo en el trabajo causando enfermedades mentales y emocionales. Se evidencio síntomas de una enfermedad llamada “manganismo”, lastimando al cerebro que controla los movimientos. En el ambiente una cantidad elevada de concentración de Mn causa efectos negativos que primero se evidencia en las hojas más antiguas de la planta y avanzan hacia las hojas más jóvenes. Causando poco a poco una necrosis y una clorosis (6).



Figura 05. Impactos en las hojas de las plantas causados por altas concentraciones de manganeso.

Fuente: ATDSR (6).

El efecto ambiental del manganeso causa toxicidad y deficiencia en las plantas. Por ende, cuando el pH del suelo es ácido las deficiencias de Manganeso son comunes. Concentraciones altas tóxicas de Manganeso causan en el suelo inflamación de la pared celular, deficiencia de las hojas y puntos de color marrón en las hojas de las plantas. Las ausencias pueden también causar efectos tóxicos que causan problemas en un área de altas concentraciones de manganeso, por ende, el crecimiento de la planta se ve afectado. Los efectos que causa el manganeso en la salud se da el en tracto respiratorio, como en el cerebro. Los daños causados por el Manganeso son los daños en el sistema nervioso. Otros síntomas conocidos son: esquizofrenia, depresión, dolores musculares, dolor de cabeza e insomnio (7).

Se requiere un tratamiento para minimizar este impacto. Una alternativa es la remoción de contaminantes presentes en el agua de relavera con el fin de que las aguas tratadas se puedan reutilizar en el proceso, servicios, regadío, control de polvo de carreteras o simplemente descargar al medio ambiente cumpliendo con las leyes ambientales.

1.1.2. Formulación del problema

A) Problema general

¿Cómo influye el método de reducción-alcalinización en la remoción del manganeso de aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017?

B) Problemas específicos

¿Cuál es la concentración del manganeso y el pH presente en los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017?

¿Cuál es la reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción- alcalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar de qué manera el método de reducción- alcalinización influye en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración del manganeso y el pH de los efluentes contaminados por los procesos mineros de la provincia de Huaral 2017.
- Determinar la reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción- alcalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación práctica

La investigación muestra un problema que genera un impacto ambiental negativo en los recursos hídricos en la región de Huaral, para lo cual se requiere reducir la contaminación dada por los procesos mineros asociado en la calidad del agua, aplicando un método el cual genere nuevos conocimientos y reduzca daños ocasionados en las actividades agrícolas, afectando los componentes ambientales.

1.3.2. Justificación metodológica

Esta investigación se justifica, los resultados validados de los análisis de las muestras analizadas y presentados de un laboratorio, la cual en potencia da una solución a un problema efectivo (reducción de la concentración de un metal pesado en específico); esta investigación presenta una viabilidad económica, ambiental y social, por lo tanto, se puede replicar en diferentes instituciones y ser útil para las personas interesadas en estos temas de investigación de modo que se pueda obtener alcances respecto de la sostenibilidad en un medio específico.

1.3.3. Justificación científica

El agua contaminada por los procesos mineros en la provincia de Huaral presenta un pH ácido y con el método de alcalinización alteramos el pH a alcalino y con el método de reducción minimizamos la concentración del manganeso, generando resultados verídicos, cumpliendo con la normativa nacional Estándares de Calidad del Agua (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP). reflejando un aporte científico y pueda ser

trascendental con el tiempo para nuevas generaciones partiendo del análisis observacional.

1.3.4. Importancia

La presente investigación mantiene importancia debido a su aporte científico en el entorno de la mitigación del impacto ambiental asociado a actividades minera e industriales, generando nuevos conocimientos que, acorde al tipo de investigación, pretenden solucionar problemas inmediatos que deriven en el equilibrio del entorno eco sistémico y preservando la calidad del ambiente mediante métodos de tratamiento físico-químicos y biológicos, mediante el cual sean factibles y de bajo costo en su desarrollo, apoyando a las empresas a que cumplan con los compromisos ambientales, mejorando los procesos de productividad, reutilizando los recursos, generando menos impactos negativos y dando una conciencia ambiental, mejorando y preservando la calidad ambiental.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis de investigación

H1: El método de reducción- alcalinización influye en forma significativa en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017. A un nivel de confianza de $1-\alpha=95\%$.

1.4.2. Hipótesis nula

H0: El método de reducción- alcalinización no influye significativamente en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.

1.4.3. Hipótesis alternativa

Ha: El método de oxidación química influye en forma significativa en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.

- Hipótesis específicas
 - Para el objetivo específico 1, no fue necesario de establecer hipótesis por su nivel de investigación (descriptivo).
 - Para el objetivo específico 2, las hipótesis específicas son:
 - $H_{1_{OE2}}$: La reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción-alkalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017 fue significativo.
 - $H_{0_{OE2}}$: La reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción-alkalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017 no fue significativo.
 - $H_{a_{OE2}}$: La reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción-alkalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017 fue significativo en función de los parámetros ambientales.

1.4.4. Operacionalización de las variables

Tabla 01. Operacionalización de las variables.

Variables	Tipo De Variable	Conceptualización	Categorías o Dimensiones	Indicadores
Remoción de manganeso	Dependiente	Consiste en la reducción de la concentración del manganeso se encuentra en las aguas residuales contaminadas generadas en la actividad minera.	Concentración de manganeso Estándar de calidad ambiental (cuerpos receptores) Actividad de generación de manganeso	Cantidad inicial y final del manganeso (mg/L) D.S. 004-2017-MINAN (Categoría III/ Mn) Producción minera (Proceso de Circuito de lavado)
Método de reducción-alcalinización	Independiente	Consiste en un tratamiento no convencional de las aguas residuales que optimiza la reducción de metales pesados.	Estandarización del pH Alternativa de mitigación ambiental.	Cal Reducción del nivel de contaminación

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Artículos Científicos

El artículo titulado “Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión”, tuvo como objetivo fue la revisión de algunas características toxicológicas de metales pesados, sus fuentes industriales, los niveles permisivos de vertimiento y 20 diferentes técnicas subdivididas en convencionales y no convencionales empleadas para la remoción de metales pesados en medios hídricos. Presenta como resultado el estudio que sostienen las condiciones fisicoquímicas en las que estos tratamientos han presentado mejores eficiencias de remoción. La investigación conduce a que las presencias de contaminantes en concentraciones muy bajas tienden a ser nombrados como elementos traza. “Algunos son nutrientes esenciales para las plantas y los animales, micronutrientes como Mn (Manganeso), pero cuando este elemento está presente en sistemas ambientales a

concentraciones elevadas de los parámetros dados por las leyes ambientales, debido a desequilibrios naturales o por introducción antropogénica, pueden ser tóxicos para todos los seres vivos”. El trabajo aporta que la norma ambiental pertinente a la vigilancia y el manejo de los vertimientos de los efluentes ha mostrado un cambio en los últimos años y se ha demostrado un importante incremento en el manejo de los metales pesados, de acuerdo al nivel de toxicidad de estos metales y a su aumento y persistencia en los recursos hídricos. El estudio aporta una metodología de tratamientos con numerosos componentes se han evaluado según la eficiencia en la remoción de los metales pesados, las autoridades junto con la comunidad científica demuestran al darse soluciones a esta problemática; en la actualidad se han generado una elevada cantidad de técnicas de tratamientos y de nuevos materiales con significancias satisfactorias para los procesos de reducción y la remoción de los metales pesados, se dan estas técnicas con el objetivo de minimizar costos, que permitan su ejecución y sostenibilidad (8).

El artículo titulado “Avances en el Tratamiento de Aguas Ácidas de Minas”, tuvo como objetivo fue desarrollar métodos de alternativas para la eliminación de iones metálicos y sulfato vía alcalinización, precipitación (o co-precipitación) y separación sólido-líquido, en escala de laboratorio y piloto. Presenta como resultado las mejores eficiencias de separación sólido-líquido (93 y 95% sólidos flotados), se dan con la optimización de reactivos químicos, para los caudales. Todavía, en algunos casos, existe un mayor consumo de reactivos químicos, la concentración y la eficiencia de eliminación de los iones metálicos (Mn) de los varios estudios realizados. El resultado evidencia que hubo una remoción significativa de los contaminantes criterios y que las concentraciones residuales estén por debajo de los parámetros autorizados por el CONAMA 357/05 (Norma brasileña), el pH 12 permite que se lleve a cabo una precipitación y una remoción de Mn, en relación con los iones sulfato que forman etringita ($\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12}\cdot 26\text{H}_2\text{O}$). El gasto de cal es de 2500 mgL^{-1} , para alcanzar los niveles necesarios de calcio y el pH alcalino, Posteriormente, después de la separación de sólido-líquido, es necesaria la neutralización del agua tratada para re-uso en diferentes actividades como el riego a las

plantas. En la presente investigación, las actividades de tratamiento y reciclaje de aguas ácidas de la mina. El estudio aporta una metodología, desarrollada con diferentes técnicas, tuvo el objetivo de remover el contaminante de DAM (iones Mn), vía neutralización con cal, precipitación química, aprovechando el agua tratada para reutilizarla en los procesos mineros, también aportando conocimientos para mitigar el impacto ambiental provocado por la industria minera. “Los métodos presentados en esta investigación permiten el re-uso de las aguas tratadas por la comunidad, carente de los recursos hídricos para lavados de patios, calles, carros, irrigación, incendios y uso industrial” (9).

El artículo titulado “Uso del agua en la industria minera. Parte 2: Estudio de opciones para reciclar el agua de proceso”, tuvo como objetivo fue “realizar una propuesta de reaprovechamiento del agua en los procesos de las empresas mineras sugiriendo un tren de tratamientos”. En sus resultados y conclusiones mencionan que, se necesita un tratamiento adecuado para la reutilización de las aguas tratadas, mediante una reducción y una remoción de contaminantes criterios. El estudio aporta una metodología de tratamientos químicos, genera nuevas tecnologías para mitigar o reutilizar dichas aguas tratadas, hace que estos tratamientos químicos sean novedosos y se reusen la misma agua para repetir los procesos mineros. Es indispensable caracterizar el efluente, “como el pH, la conductividad, la temperatura, para optimizar el proceso de separación y concentración para mitigar el impacto ambiental” (10).

El artículo titulado “Remoción de metales pesados en aguas residuales mediante agentes químicos” tuvo como objetivo fue “presentar una alternativa para remover los metales pesados de las aguas residuales”. En sus resultados y conclusiones, Se ha obtenido el valor de pH óptimo para la remoción de metales tales como Mn de aguas residuales utilizando la reducción y coagulación. se concluye que la remoción de los metales pesados, encontrados en la presente investigación depende de la caracterización del efluente y el estudio aporta una metodología que “el tiempo adecuado para la agitación es de 7 minutos para obtener una separación sólido-líquido de los sólidos suspendidos y mejorar nivel de

eficiencia en la remoción de los metales pesados en las aguas residuales industriales mitigando impactos ambientales y preservando la calidad ambiental” (11).

El artículo titulado “Tratamiento del agua ácida de la mina mediante el uso de precipitación de metales pesados e intercambio iónico” tuvo como objetivo fue “caracterizar y tratar mediante la precipitación de metales pesados con cal y sulfuros, seguido de intercambio iónico”. Presenta como resultado, el método de oxidación y por el método de precipitación de metales pesados con cal, el estudio aporta una metodología elevando el pH hasta alcalinizar y reducir los metales, y la separación magnética del portador de sulfuro que son particularmente adecuadas para la eliminación de iones de metales pesados del efluente de la mina de oro particular que se investigaron, el resultado que obtuvieron fue que estos métodos fueron adecuados para el tratamiento de este efluente minimizando el impacto ambiental (12).

El artículo científico titulado “Eliminación de metales pesados en aguas mediante método físico-químicos. Evaluación de materiales y modelación del proceso” tuvo como objetivo fue el tratamiento de aguas residuales industriales contaminadas con metales pesados utilizando el método de oxidación y reducción. Presenta como resultado que la relación entre la solubilidad del metal y el pH, la disolución depende del metal a tratar. Existe un pH con pequeña solubilidad que es diferente para cada tipo metal, y que los intervalos de pH varían de 6.5–9.5, esto cumple con los estándares de las descargas de los efluentes dados por las leyes peruanas, para eliminar un metal se lleva a un pH con valor no menos a 10 para su precipitación dando esto resultados efectivos en la remoción de los metales, dando con esto un resultado de una eficiencia significativa de 89%. El estudio aporta una metodología de reducción-oxidación para remover los metales pesados contaminantes en las aguas, mitigando con esto los impactos ambientales (13).

El artículo titulado “Separación selectiva de metales pesados en efluentes industriales mediante tecnología PSU” tuvo como objetivo fue el desarrollo

y puesta a punto de las técnicas analíticas necesarias para la caracterización del efluente y determinación cuantitativa del polímero, de los complejos metálicos y de los iones metálicos. Presenta como resultado La formación entre los grupos carboxílicos de los polímeros, el objeto de este estudio, y los iones metálicos está muy influenciada por el pH, puesto que se dan reacciones competitivas entre dichos iones y los protones por los grupos funcionales del polímero. De este modo, la formación de los complejos estará especialmente favorecida cuando estos grupos funcionales estén disociados en su forma carboxilato. Por ende, la generación de complejos polímero-metal resulta una importancia para poder interpretar y modelar los procesos de ultrafiltración facilitada con polímeros solubles en agua y poder separar los metales pesados de los efluentes. El estudio aporta una metodología de reducción, brindando con esto un método económico y sencillo que favorece positivamente al ambiente cumpliendo con los parámetros establecidos por la normativa peruana (14).

2.1.2. Tesis

En la tesis titulado “Efecto del pH y tipo de adsorbente en la remoción de manganeso de aguas superficiales contaminadas por relaves minero” realizado en la Universidad Nacional del Perú (UNCP), el estudio aporta una metodología apropiada para “determinar la influencia del pH y tipo de adsorbente en la remoción de manganeso de aguas superficiales contaminadas por relaves mineros”. Usando el método de adsorción con la bentonita y el aserrín para una mejor remoción del manganeso (15). Además, la metodología tiene las siguientes características:

- El pH en relación con el tipo de adsorbente es importante en la remoción de Mn^{+2} , como adsorbente influyente con $FB=6772,41$.
- Las variables en la adsorción de manganeso y en las soluciones acuosas se va controlando el pH y tipo de adsorbente, la cual es la bentonita a un pH 8 que logra una eficiencia de remoción de 95,56%.
- Se removió Mn^{+2} de las muestras contaminadas de las aguas del río Yauli a 100 Metros abajo de la desembocadura del túnel Kingsmill

empleando las siguientes variables las cuales son: el tipo de adsorbente que es la bentonita y el pH 8, la remoción fue dada a una concentración de 18,41 ppm hasta una concentración en equilibrio de 1,173 ppm, con una eficiencia de remoción de 93,63%.

En la tesis titulado “Remoción del manganeso para mejorar la calidad de las aguas de consumo humano en la laguna Azulcocha” realizado en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), el estudio aporta una metodología apropiada para “remover el manganeso presente en las aguas de la Laguna Azulcocha mediante técnicas de oxidación-filtración para obtener agua apta para el consumo humano”. El método de oxidación y filtración para la remoción del manganeso (16). Además, la metodología tiene las siguientes características:

- Se estableció para el caso de la Laguna Azulcocha que el tratamiento por el método oxidación-filtración es eficiente, por ende, se logró bajar el valor de 0.6 mg/L a 0.1 mg/L de manganeso en el agua de la laguna Azulcocha, cumpliendo con los parámetros establecidos en el D.S. N° 031-2010-S.A.
- En las pruebas jarras se evidenciaron valores de pH mayor a 8, al aumentar cal entre 4.0 ppm a 7.0 ppm los valores exceden a pH 9 y 10. La dosificación de cal adecuada es no menor de 2 mg/L.
- Se concluyó que la remoción de manganeso con el método de tratamiento de oxidación-filtración tuvo una eficiencia de 83%, empleando una dosis de reactivos de 6 mg/L de Cal, 2.5 mg/L de Hipoclorito de Calcio y 6 mg/L de Sulfato de Aluminio.

En la tesis titulado “Caracterización de efluentes de mina para elección de la alternativa óptima de tratamiento” realizado en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el estudio aporta una metodología apropiada para “identificar la alternativa óptima del tratamiento de efluentes de mina a partir de su caracterización”, el método original de neutralización directa y un método

alternativo de neutralización (17). Además, tiene las siguientes conclusiones:

- La muestra de agua contaminada contiene altas concentraciones de metales pesados, se han construido pozas de sedimentación en la con el propósito de separar las fases sólidas y impedir el costo innecesario para el tratamiento de la muestra de agua contaminada.
- El Gasto de Cal para obtener un $\text{pH}=8.78$ es de 62.5 mg y se removió los sólidos a otros valores de pH. La curva de gasto de Cal en relación al pH evidencia una zona de tamponamiento entre los pHs 7.67 y 8.07 es el hidrolisis con los metales pesados de Zn y Mn.
- El método de Neutralización Directa genera un gasto elevado de reactivo en un pH elevado a 8 o 9, cuando no se retira los sólidos de Fe y Al formadas a pH 5-6, se disuelve al alcanzar un $\text{pH}>7$, por lo que se requerirá una dosificación de cal adecuada para las fases sólidas, implicando el costo del tratamiento.
- Generación de los lodos abundantes en Zn y Mn se considera usar un coagulante o floculante adecuado. Algunos de los floculantes funcionan como un agente reductor del pH alcanzando una reducción máxima de 0.75 puntos cumpliendo con los LMP.

En la tesis titulado "Remoción de Hierro y Manganeso en Aguas Subterráneas mediante doble Filtración con flujo a presión Caso el Hormiguero- Cali", realizado en la Universidad del Valle, en la Facultad de Ingeniería, el estudio aporta una metodología apropiada para la remoción de hierro y manganeso (18). Además, la metodología tiene las siguientes características:

- Valores evidenciados en tiempos de retención de las velocidades de 12, 6 y 3m/h, se da valores técnicos y experimentales de 98%, 96% y 85% individualmente. Los valores dados en los tiempos de retención hidráulico dados en los ensayos son tiempos experimentales evidenciados en la planta piloto, dándose valores de 81.66 minutos, 45.66 minutos y 24.82 minutos para las velocidades de 3, 6 y 12 m/h.

- Los resultados dados por los ensayos 2, 3 y 4 evidencian remociones de hierro disuelto del 95% para la velocidad de 3 m/h y del orden del 100% para las velocidades de 6 y 12 m/h. Los valores de remoción para el manganeso dan valores del 85%, 83% y 51% para las velocidades de 3, 6 y 12 m/h respectivamente siendo eficiente el método usado para la remoción del hierro y el manganeso.

En la tesis titulado “Desarrollo de Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales mediante el uso de Tecnologías Limpias dirigidas al Reciclaje y/o Valoración de Contaminantes” realizado en la Universidad de Valencia, el estudio aporta una metodología apropiada para el tratamiento de las aguas residuales (19). Además, la metodología tiene las siguientes características:

- La depuración de los efluentes generados en las industrias mineras en relación de los sistemas de tratamiento físico-químico y técnicas de separación, se obtiene, una tasa mayor al 97 %, un agua con un nivel de calidad adecuada para la reutilización en el proceso productivo.
- Las tecnologías limpias mediante el método físico-químico como la reducción y la alcalinización tuvieron una gran eficiencia en la remoción de los contaminantes en las aguas residuales industriales.

2.1.3. Artículos de divulgación

El trabajo de DABROWSKI (12), realizo sobre la eliminación selectiva de los iones de metales pesados de las aguas y las aguas residuales industriales por el método de intercambio de iones, y la investigación de YANG (20), quien también investigo sobre reducción y remoción de metales pesados de aguas residuales: un enfoque de prevención de la contaminación. Estos estudios demostraron que el método de reducción es tecnológicamente simple y permite la eliminación eficiente de incluso rastros de impurezas de las soluciones. Se eliminan los iones de metales pesados mediante intercambio iónico siendo esta tecnología factible y

eficaz para la mitigación de impactos ambientales. Asegurando un tratamiento adecuado a bajo costo y a un tiempo factible para las industriales, se puede optar por reciclar el agua en los procesos mineros y mitigar los impactos ambientales.

El trabajo de ALVARADO (21), realizado sobre los procesos fisicoquímicos para remoción de contaminantes en el agua, y la investigación de SOTO (22), quien también investigó sobre contaminantes emergentes en agua, efectos y posibles tratamientos. Estos estudios demostraron que los tratamientos para remover los contaminantes de las aguas has sido efectivos teniendo con esto grandes eficiencias en la depuración de los efluentes contaminantes, para el método de tratamiento se debe tener en cuenta las características del efluente, la simplicidad y los costos, también coincidieron en el aumento del pH para remover los metales pesados de acuerdo a su acidez del efluente, elevaron a un pH alcalino, por ende esto les permitió remover los contaminantes, reduciendo este metal en los efluentes y dando unos resultados positivos con el compromiso de preservar el ambiente y tener una mejor calidad de vida, también optaron por reutilizar estos efluentes en los procesos de productividad.

El trabajo de PADILLA (23) realizado sobre Remoción de metales pesados en Aguas Residuales Industriales por la Técnica de Precipitación Alcalina, y la investigación de MIRIAM (24), quien también investigo la Optimización del proceso de remoción de metales pesados de agua residual de la industria galvánica por precipitación química, estos estudios demostraron que por falta de tratamientos esto genera efectos negativos en el ecosistema, utilizaron la prueba de jarras para encontrar la adecuada concentración de los insumos y el método adecuado según sus características, ambos usaron los tratamientos fisicoquímicos los cuales fueron: la reducción, alcalinización, floculación y coagulación, realizaron un ajuste de pH hasta convertirlo en alcalino para precipitar los metales pesados, en los resultados obtuvieron el tiempo adecuado y la dosis adecuada para los tratamientos que realizaron tuvieron un óptimo resultado depurando las aguas contaminadas por industrias y cumpliendo con los parámetros que establece la ley, cumpliendo con mitigar los impactos negativos en el ambiente y conservando los ecosistemas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

2.2.1.1. Metales Pesados

Los metales pesados tienen una densidad superior al agua, son componentes naturales de la corteza terrestre, son esenciales como nutrientes para los seres vivos, si estos metales pesados están en concentraciones elevadas causan impactos negativos que potencialmente significados respecto a los ecosistemas, los de mayor significancia son: Fe, Mn, Zn, Cu, Hg, Pb, Cr, la toxicidad de estos metales es determinada por su estado de oxidación por el cual se da a conocer la estabilidad del metal y su reacción con el ambiente (25).

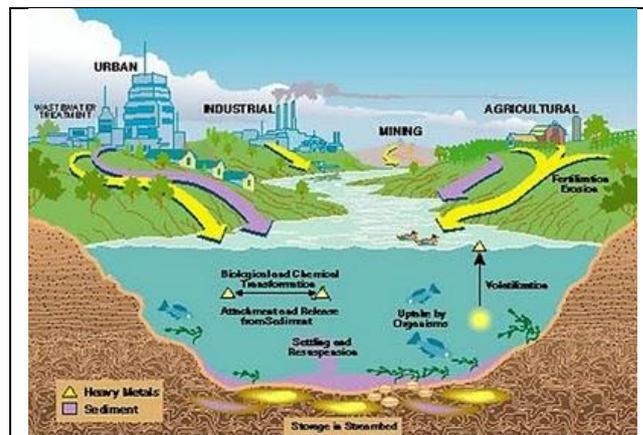


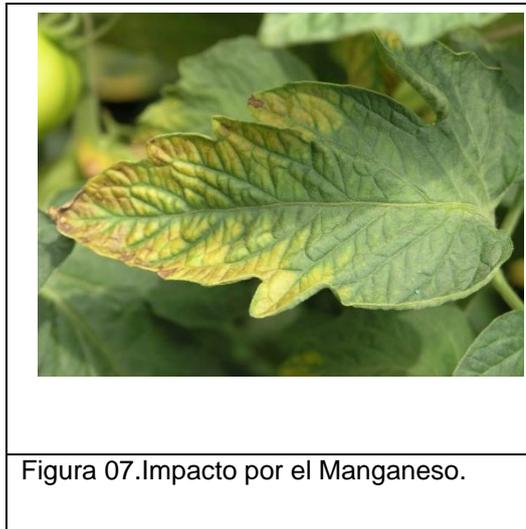
Figura 06. Contaminación de las aguas por metales pesados.

Fuente: MARTAELM (25).

2.2.1.1.1. Manganeso

Las concentraciones de Mn diluidos en aguas subterráneas y superficiales pobres en oxígeno alcanzan varios miligramos por litro, cuando hay presencia de oxígeno el Mn forma sólidos insolubles que generan depósitos de manganeso no

deseables causando variantes en su color en los sistemas de distribución, cuando el Mn está en su estado de oxidación provoca intoxicación y envenenamiento, causando con esto impactos negativos en el ambiente, el manganeso tiene una densidad de 7,43 g/mL siendo mayor a la densidad del agua (1g/mL) (26).



Fuente: Propia.

2.2.1.1.2. Propiedades Físicas y Químicas del Manganeso

El manganeso tiene diferentes usos. El MnO_2 se usa como un reactivo que acelera o retarda el proceso sobre los mates, barnices y también se usa en el blanqueamiento de los y en las baterías. El permanganato de potasio se usa para despintar los aceites, actúa como oxidante en la química analítica y providente (27).

Tabla 2 Propiedades Físicas-Químicas de Mn

Nombre:	Manganeso
Número atómico:	25
Valencia:	2,3,4,6,7
Estado de Oxidación:	+2
Electronegatividad:	1.5
Radio covalente (Å):	1.39
Radio iónico (Å):	0.80
Radio atómico (Å):	1.26
Configuración electrónica:	[Ar]3d ⁵ 4s ²
Potencial primero de ionización (eV):	7.46
Masa atómica (g/mol):	54.938
Densidad (g/ml):	7.43
Punto de ebullición (°C):	2,150
Punto de fusión (°C):	1,245
Descubridor:	Johann Gahn en 1774
Sistema	Tetragonal
Color:	Negro
Raya:	Negra
Brillo:	Metálico o Metaloide

Fuente: LAZO (27).

2.2.1.1.3. Manganeso en Abundancia

Es el elemento duodécimo con mayor abundancia en la corteza terrestre y se distribuye, es un beneficio para las empresas ya que encontramos un gran porcentaje de minerales. Destacan: pirolusita (MnO_2), psilomelana ($\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), manganita ($\text{MnO}(\text{OH})$), braunita ($3\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$), rodonita (MnSiO_3), rodocrosita (MnCO_3), hübnerita (MnWO_4), etc. Los encontramos en bultos que se encuentran en el mar, se encuentra en un porcentaje de un treinta por ciento, en el que extraerlo es óptimo. Se encuentra en lugares de grandes cantidades de magnesio, Ucrania, Bolivia, Sudáfrica y China (28).

Sistemas de Cristalización de Manganeso	
Pirolusita (MnO_2)	Tetragonal
Psilomelana ($\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	Monoclínico, primático
Manganita ($\text{MnO}(\text{OH})$)	Ortorrómico
Braunita ($3\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$)	Tetragonal, ditetragonal, dipiramidal
Rodonita (MnSiO_3)	Triclínico
Rodocrosita (MnCO_3)	Trigonal
Hübnerita (MnWO_4)	Monoclínico

Figura 08. Sistemas de Cristalización del Manganeso.

Fuente: LAZO (27).

2.2.1.1.4. Diagrama de Pourbaix

El diagrama Eh – pH, conocido como Diagrama de Pourbaix, expresan las áreas de estabilidad termodinámica en varias especies de una sustancia líquida en relación del potencial de hidrogeno y del potencial electroquímico. Este método genera varios tipos de clases, como iones disueltos, óxidos condensados, hidróxidos, etc. Constantemente, la proporción del eje redox está en relación con el Electrodo Estándar de Hidrógeno. El método de un potencial redox representa el cambio de los electrones. El

método altera a los electrones cuando el potencial es alto ($Eh > 0$). Las propiedades que se presenta cerca del ánodo en una celda electroquímica, se da por un oxidante ($Mn + H_2O_2 = MnO + H_2O$). Las propiedades bajas de los reductores, a un potencial bajo ($Eh < 0$), suministra electrones en los productos, como modelo, con un cátodo o con un agente reductor (28).

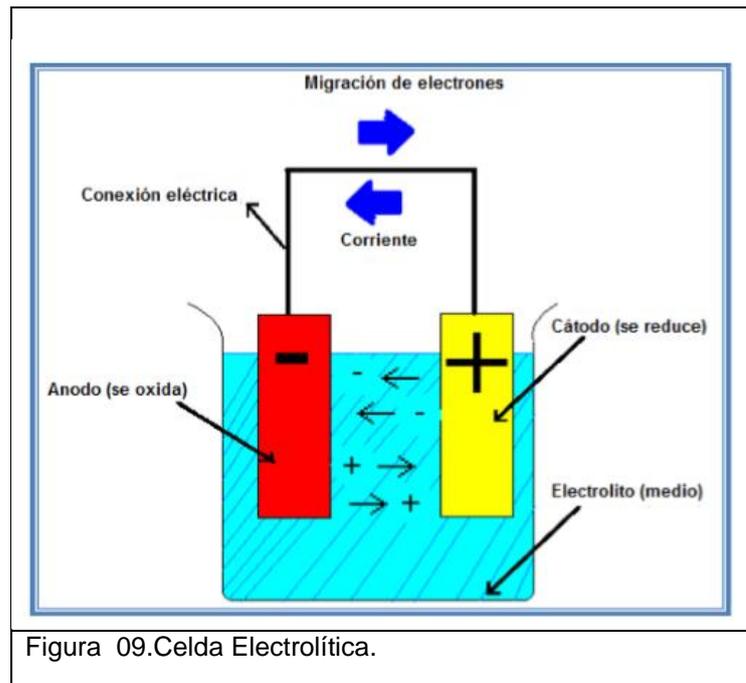


Figura 09.Celda Electrolítica.

Fuente: POURBAIX (29).

El pH es la magnitud del efluente si es ácido o alcalino y que se da con las concentraciones de un ion hidrógeno. Conocida con el nombre de logaritmo negativo de la aglomeración del ion hidrógeno, la separación del H_2O en cationes y aniones es mínima, donde un litro de agua es de 10^{-7} , moléculas gama de iones de hidrógeno y donde el $pH = -\log_{10} [H^+]$ (30).

El agua neutra: $pH = -\log_{10} [10^{-7}] = -(-7) \log_{10} = 7$

El pH cuando es menor, es más ácido en la sustancia, y cuando el pH es mayor, la sustancia es alcalina. Es un parámetro significativo en los procesos de coagulación, filtración, desinfección. El pH del método representa su capacidad para suministrar (H^+) a las especies. En circunstancias ácidas ($pH < 7$) la capacidad de los protones es alta y en circunstancias cáusticas ($pH > 7$) la

conglomeración de protones es mínima. También el grado de una solución ácida se pronuncia mediante una magnitud llamada pH (significa potencial Hidrógeno; se lee pH), que indica el agrupamiento de los iones Hidrógeno (H^+) en la sustancia (30). El pH es representado en siguiente expresión:

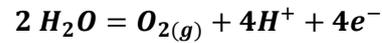
$$pH = -\log[H^+]$$

El $[H^+]$ significa la concentración de iones hidrógeno por litro de sustancia (indicada en moles por litro). El agua pura, es una solución neutra y tiene un $pH = 7$. El pH de una solución es menor que 7 es ácida; Si es mayor que 7 es básica. Existe especies diferentes en grandes cantidades respectivamente en una solución acuosa a bajas condiciones fijas de Eh-pH. Los graficos de Pourbaix facilitan solo muestran las especies predominantes en cada espacio de estabilidad. Las líneas en los diagramas evidencian los requisitos de Eh-pH en el cual el contenido de las especies adyacentes es el mismo en el estado de equilibrio. Sin embargo, existen especies en pequeñas cantidades iguales en los lados de las líneas y podrían tener algún efecto sobre aplicaciones prácticas. También se representa las líneas con ecuaciones químicas (30), se dividen en tres grupos en relación a las reacciones:

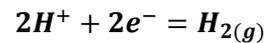
- **Líneas horizontales:** Las líneas simbolizan reacciones con electrones y son independientes del pH. Tanto los iones H^+ como OH^- no se involucran en estos procesos.
- **Líneas diagonales:** estas pendientes positivas o negativas simbolizan las reacciones que compromete a los electrones y iones (H^+ y OH^-).
- **Líneas verticales:** simbolizan las reacciones que se encuentran con iones (H^+ y OH^-), ya que son independientes del Eh. En estas reacciones no se involucra a los electrones.

Las líneas que se encuentran en el espacio de la estabilidad termodinámica del agua bajo una presión de 1 atm y a

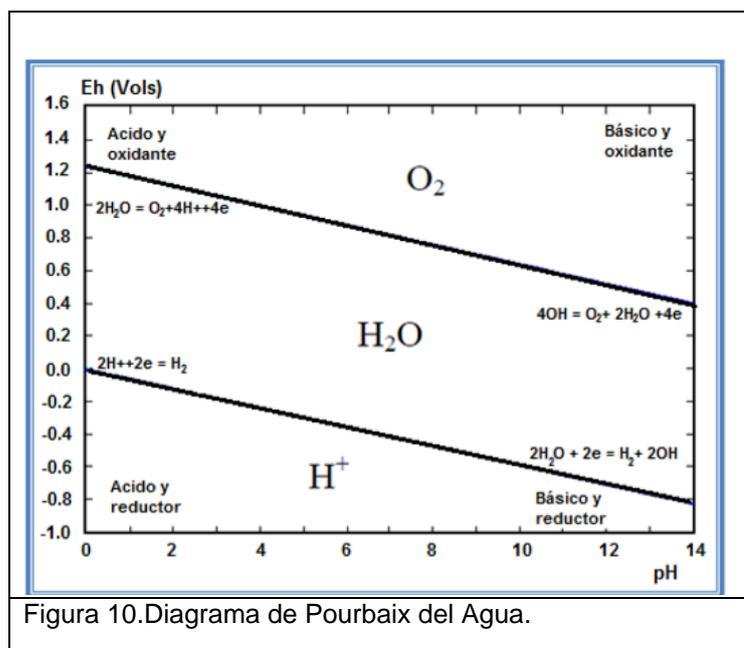
una temperatura de 25 °C. El espacio a un equilibrio químico del agua se evidencia el diagrama Eh-pH con rectas. La capacidad del agua se basa en el potencial en relación a la coexistencia de O comienza en el ánodo (30), dada la reacción:



Está basado el margen de generación del hidrógeno en el cátodo en relación a la reacción:



La información básica de los diagramas de Pourbaix presentan una sustancia líquida de manera compacta e ilustrativa, diferentes aplicaciones se presenciaron en ingeniería de corrosión, geoquímica e hidrometalurgia. Los diagramas Eh-pH en la hidrometalurgia, son usados como modelo, que especifica en las propiedades de lixiviación o precipitación. En ingeniería de corrosión, son manipulados para observar el comportamiento de disolución o pasivación de metales que encontramos en habitad acuosos. Estos diagramas utilizados para mostrar el actuar químico de varios iones en sustancias aguadas (30).

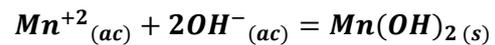


Fuente: POURBAIX (30).

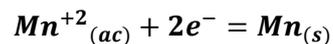
2.2.1.1.5. Sistema Mn-H₂O

El diagrama Mn – H₂O expuesto se puede teorizar lo siguiente:

- El ion Mn⁺² pasa directamente a hidróxido de manganeso en una solución acuosa aumentando el pH mayor a 7:



- El Mn precipita sobre un cátodo como Mn metálico a varios valores de pH bajo condiciones reductoras fuertemente (Eh < -1,18V):



- El Mn metálico se disuelve como Mn⁺² en soluciones ácidas solicitando un potencial igual a -1.18V.
- El Mn se oxida bajo condiciones moderadamente oxidantes (Eh>0), prevaleciendo el Mn₂O₃ en medio básico. En condiciones fuertemente oxidantes (Eh>1V), predominará el MnO₂ tanto en medio ácido como básico.

Al reducir el contenido del ion manganeso (Mn⁺²) en una solución acuosa, al incrementar el pH hasta alcanzar un medio básico se adiciona un agente oxidante, de tal manera que se forma el MnO₂ sólido, es separado por medios físicos (30).

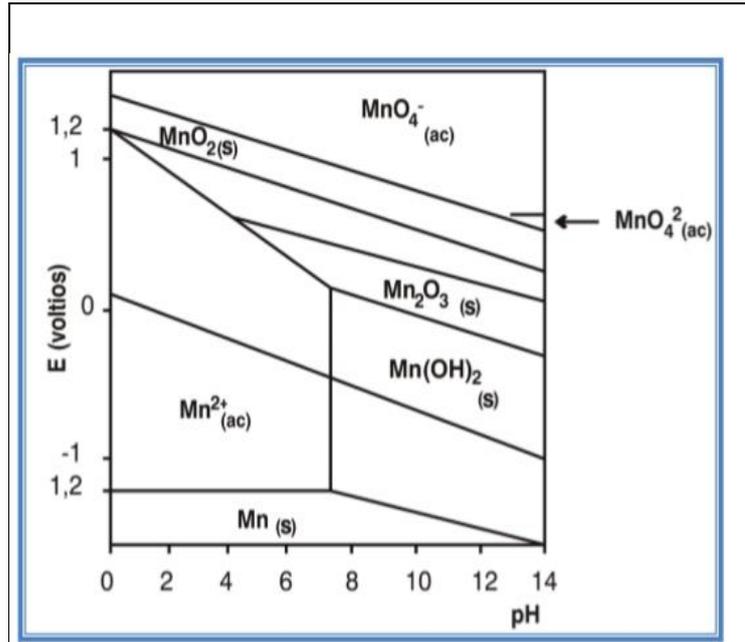
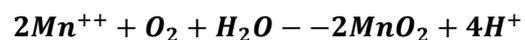


Figura 11. Diagrama de Pourbaix (Mn).

Fuente: POURBAIX (30).

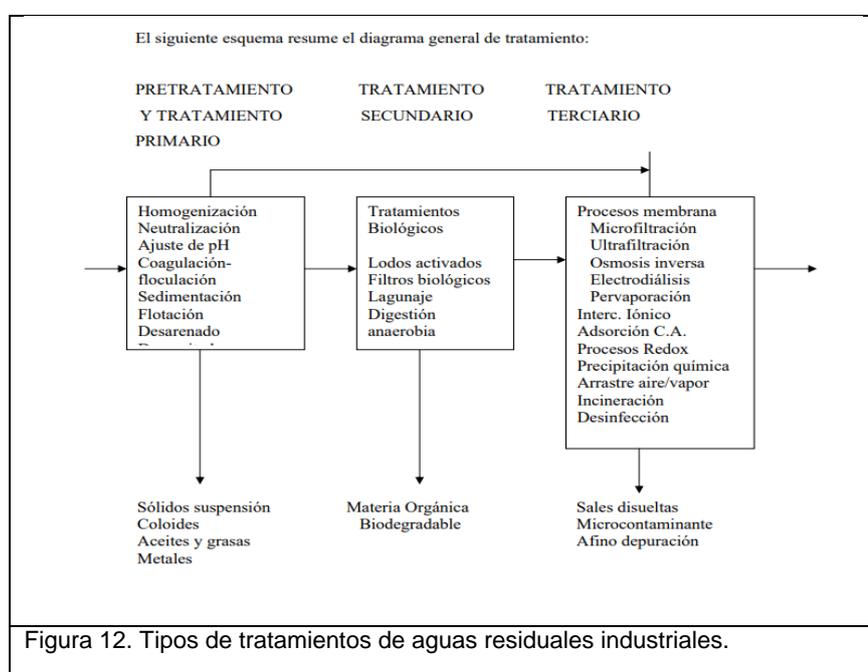
2.2.1.1.6. Características Químicas del Manganeso

El manganeso actúa constantemente como ion en el agua. Las sales del manganeso son solubles en sustancias ácidas que en las sustancias alcalinas. Las aguas superficiales y profundos pozos, encontramos compuestos orgánicos y coloides de manganeso. También se presenta en bacterias de manganeso, semejantes a las ferrobacterias. El manganeso se presenta con el hierro, se presenta de manera complicada la eliminación del agua, debido a que son solubles a varios pH. El bicarbonato de manganeso es inoloro. Se expone al aire cambiando de color a negro, es insoluble al MnO₂. Ocurre cuando la reacción del ión manganeso volviéndose a dióxido de manganeso (30).



2.2.1.2. Tratamiento de aguas Residuales Industriales

Los métodos de tratamiento no convencionales de las aguas residuales industriales están relacionadas a un nivel de la calidad de la muestra, el objeto de la implementación de estos métodos de tratamiento, es tratar estas aguas contaminadas, no mantiene una constancia en relación a la concentración de los contaminantes criterios, hay que tener en cuenta métodos de tratamientos adecuados que certifiquen que estas aguas cumplan con los parámetros establecidos por los estándares de calidad ambiental del agua (31).



Fuente: RAMALHO (31).

2.2.1.2.1. Método de Alcalización para el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

El método de alcalinización de aguas residuales industriales incluye homogenizar las mezclas de las corrientes las cuales son acidas o alcalinas disponibles en la planta, también controla el pH que consiste en la adición de ácidos (o bases) para alcalinizar las corrientes acidas (31).

2.2.1.2.2. Método de Reducción para el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

La principal aplicación de este método es reducir los metales pesados. Se utilizó en escenarios diferentes, la reducción de los metales pesados se encuentra en concentraciones elevadas y tratarlas incluso por valores por debajo de la ppm (32).

2.2.1.3. Ciclo del agua

El agua se reparte en el planeta, los mares y océanos (97.18%) y una pequeña cantidad en los continentes, y la mayoría en los glaciares y a las aguas subterráneas (2.8%, 99%), una sola parte (0.02%, 1%) es parte de los ríos (1%), lagos (50%), suelos (38%), atmósfera (10%) y seres vivos (1%). El ciclo del agua se da de la manera siguiente, circula continuamente el agua en lugares a otros, modificando el estado físico del agua, en un proceso cíclico denominado ciclo hidrológico. En la hidrosfera se dan los siguientes procesos de precipitación, evapotranspiración, infiltración y la esorrentía (33).

2.2.1.4. Contaminación del Agua

Los efluentes más contaminados son los lagos, ríos, océanos y aguas subterránea, donde el contaminante es vertido inversamente en los ecosistemas del efluente sin un método de tratamiento óptimo que elimine los contaminantes tóxicos. El agua contaminada genera impactos negativos en las plantas y los seres vivos presentes en el agua, la mayoría de casos daña a los seres vivos y a las personas. Se contamina el agua con soluciones ácidas, solventes orgánicos, pinturas, metales pesados, originarios de las actividades antropogénicas, agrícolas, ganaderas, domésticas, por ende, el agua no es apta para consumo humano. El vertimiento de contaminantes críticos no es solo la única forma de contaminación en el agua, además de otros tipos de actividades

antropogénicas y desviaciones de ríos degradan negativamente la calidad del agua (34).



Figura 13. Contaminación del agua.

Fuente: HERNÁNDEZ (35).

2.2.1.5. Agua Contaminada por Metales Pesados

El agua es alterada por las actividades antropogénicas y naturales, estas actividades generan impactos negativos cambiando las propiedades del agua. La contaminación del agua se da por una alteración negativa, al añadir sustancias que varían la calidad del agua, causando daños en la salud y en el ambiente. La contaminación se da por concentraciones altas de los metales pesados incrementando efectos negativos y tóxicos en los ecosistemas. Por ende, la actividad minera a través de los procesos de producción para extraer y fundir los minerales, que genera grandes cantidades de depósitos de metales vertiendo estos al ambiente, existiendo operaciones inadecuadas por parte de las minerías. Al reverso de muchos contaminantes orgánicos los metales pesados, hoy por hoy los metales pesados son indicadores de la calidad ambiental de los efluentes debido a su toxicidad. Por ende, los metales pesados forman diferentes soluciones (carbonatos, sulfatos, etc.) y un alto nivel de asociación con soluciones orgánicas, dadas por el intercambio iónico, adsorción, formación de nuevas sustancias químicas, etc., por lo

general el ambiente demuestra en los sedimentos de ríos, lagos y mares. Concentraciones elevadas de metales pesados se presentan en las aguas de corrientes fluviales unidos a sulfuros como el arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn) al unirse con la minería generan grandes impactos negativos en el ambiente. Distintos metales no sulfurosos tales como el cromo (Cr), níquel (Ni) y mercurio (Hg) exponen una intoxicación de metales pesados que están agrupados con los vertimientos de las aguas residuales industriales (36).

2.2.1.6. Metales Pesados y su Toxicidad

Se ha demostrado la importancia de los iones metálicos pesados en relación a los métodos, algunos son oligoelementos. También, una relación con una gran cantidad de elementos en la corteza terrestre y su necesidad alimentaria de las células microbianas (29). Los metales, montos pequeños o traza, generan impactos negativos o positivos en el ambiente. El valor de toxicidad de los metales pesados necesita de varios indicadores. En primer lugar, de la naturaleza del metal y su disponibilidad en el ambiente. Se clasifican en varios tipos:

- No son críticos: Fe, Mn y Al.
- Son tóxicos con alto grado de insolubilidad: Ti, Hf, Nb, Ta, Re, Ga, Os, Rh, Ir, Ru y Ba.
- Son muy tóxicos: Be, Co, Ni, Zn, Sn, Cr, As, Se, Te, Pd, Ag, Cd, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Sb y Bi.

También influyen diferentes indicadores de toxicidad de los metales pesados, el estado molecular, el tiempo de tratamiento en el método a usar, el pH, el potencial redox, los iones inorgánicos, la temperatura y varios indicadores biológicos (37).

2.2.1.7. Agua Contaminada por Manganeseo

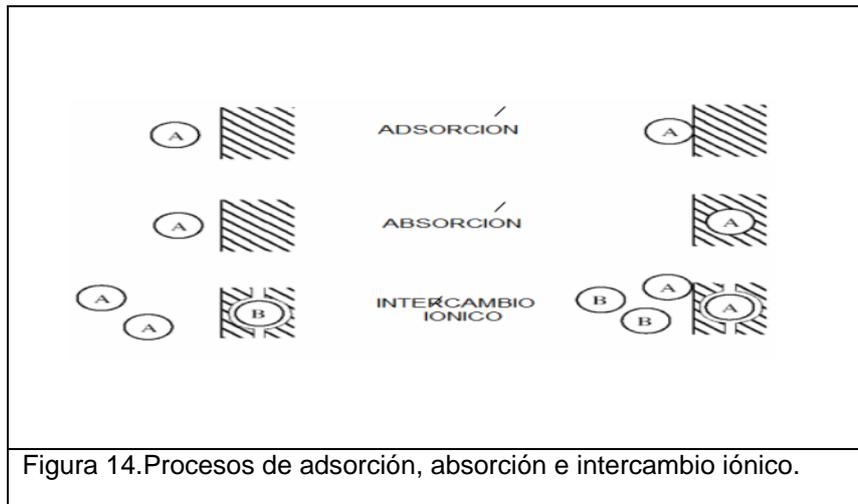
Mn se localiza en las aguas a partir de las rocas y suelos, algunas formas disueltas o en el material particulado. También se observa diferentes formas de manganeseo dominantes en el agua dependiendo que el pH aumenta son Mn^{2+} , $MnCO_3(s)$, $MnO_2(s)$ y $MnS(s)$, también

encontramos en diferentes formas como carbonatos ácidos, sulfatos y cloruros. Aguas oceánicas presentan una cantidad baja de manganeso en el material particulado en relación con el manganeso disuelto. Se presenta en mayores cantidades el material particulado de manganeso en los ríos en el cual es posible la re-suspensión de sedimentos de fondo, También el manganeso se muestra en el agua como un complejo, la vibración del manganeso se determina por el pH y el potencial redox. El potencial redox deteriora al manganeso en estado de oxidación +3 o +4, el manganeso pasa a su estado de oxidación +2, en una solubilidad alta en el agua. La oxidación que determina al manganeso son elementos dominantes en los procesos de óxido-reducción que ocurren en los sistemas acuáticos. El manganeso se encuentra en concentraciones menores en aguas superficiales dulces menor a 5 µg/L. Por ende, la actividad minera es responsable de cantidades altas de metales pesados. La fuente principal de los impactos negativos en el ambiente se dan por los humos, polvos y aerosoles generados en los procesos mineros y otras actividades antropogénicas (38).

2.2.1.8. Remoción de los Metales Pesados

Hay diferentes métodos de tratamientos que son utilizados para la remoción de metales pesados, las cuales son la precipitación química, la filtración por medio de membranas, la reducción, la extracción de solventes, el intercambio iónico, y la adsorción. Las tecnologías no se aplican en todas las situaciones, debido a una eficiencia baja y a una amplia escala de contaminantes, el aumento de residuos, la dificultad de presentar óptimas condiciones para el tratamiento en distintos metales pesados en relación con los pre-tratamientos de un efluente contaminado (39).

Intercambio iónico es un método que se da un sólido insoluble ya que trastorna iones de cargas positivas o negativas de una solución electrolítica y transfiere otros iones de carga similar a la solución en una cantidad similar. El intercambio iónico es uno de los métodos exitosos y adecuados para la eliminación de metales pesados que se encuentran en los efluentes residuales industriales (40).



Fuente: DABROWSKI (41).

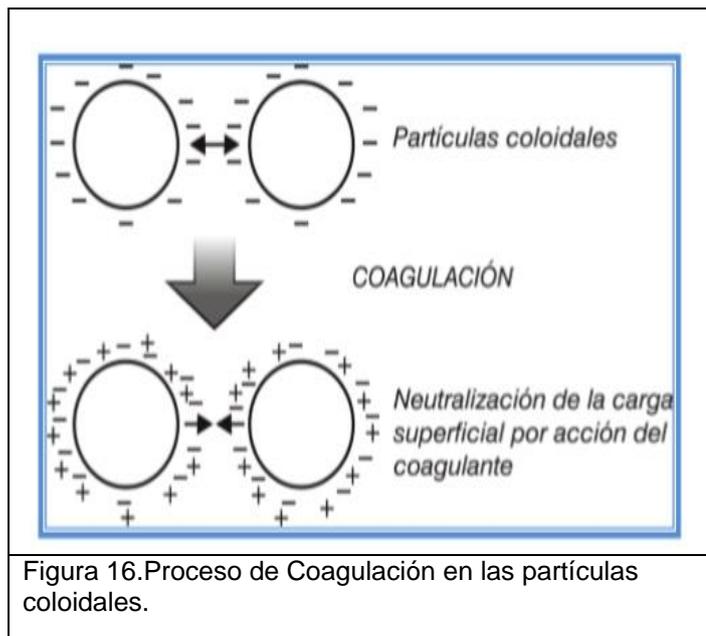
2.2.1.9. Métodos empleados para la Remoción de Metales Pesados

La contaminación de los metales pesados tóxicos en el ambiente, implica grandes cantidades de volúmenes de efluentes residuales. La recuperación de los efluentes se lleva a cabo en relación a diferentes tecnologías de tratamientos. También se dan en métodos mecánicos de efluentes residuales (sedimentación) o de biológicos (lodos activados). Estos usamos como tratamientos químicos para la remover los metales pesados. la precipitación mediante hidróxidos y sulfuros son los procesos más comunes, también encontramos la oxidación-reducción, intercambio iónico, adsorción, separación solido-liquido en relación a coagulación-floculación y la separación mediante membranas. Los tratamientos de dan para la formación de los lodos (42).

2.2.1.9.2. Método de Coagulación/Floculación

El método de coagular y flocular se usa para extraer los sólidos suspendidos. Los tamaños de las partículas son finos, son menor a 0.01 cm de diámetro. La medida de la potencial zeta es usada para saber la dosificación exacta del agente coagulante a usar en el método de tratamiento (28).

El método de coagulación se da una desestabilización se llega a neutralizar las cargas eléctricas que son similares. Se agrega coagulante y se mezcla en un tiempo bajo, para destruir la estabilidad de las partículas coloidales, y estos crean flóculos (28).



Fuente: HEINKE (27).

2.2.1.9.3. Método de Filtración

El método de filtración elimina los sólidos suspendidos en el efluente contaminado, pasando por medios porosos. También lo usamos para obtener una turbidez mínima (menor a 1 NTU), no se puede dar solo con el proceso de sedimentación (28).

2.2.1.9.4. Método de Neutralización

Los efluentes son ácidos de la minería, esto es cambiado al agregar un agente alcalino como puede ser: cal viva, cal hidratada, piedra caliza, caliza en polvo, hidróxido de sodio (soda cáustica), hidróxido de amonio, etc. Al escoger uno de estos agentes da como resultado el efluente neutralizado y a un bajo costo. Por ende, se usa para alcalinizar el efluente volviéndolo neutro y poder formar los lodos, dependiendo de su caracterización se elige el reactivo a usar para obtener pH más elevado (28).

2.2.1.9.5. Método de Aireación

Es un método mecánico, se da en relación con el aire y el efluente. La aireación se da en varias funciones como: La oxidación bioquímica, la oxidación de impurezas inorgánicas, la remoción de gases disueltos, ayuda a los métodos de precipitación y al método de neutralización, esto se da a una profundidad de los tanques de 3.0 a 4.5 metros y para la transferencia de aire se usa difusores o por agitadores mecánicos (28).

2.2.1.9.6. Método de Precipitación Química

Los elementos químicos disueltos se encuentran en el agua y estos los contaminan, se remueve mediante en método de precipitación química, cambia los elementos o compuestos solubles, en compuestos insolubles, quedando como sólidos suspendidos (44). Como paso siguiente se remueve lo solidos ya pasa por varios procesos como el método de coagular-flocular, precipitar para dar la formación de los lodos (44).

Los elementos metálicos, generan compuestos que son hidróxidos o sulfuros de estos elementos metálicos, como hidróxidos y sulfuros, presentando una solubilidad baja (28).

En la formación de hidróxidos de los metales disueltos se necesita un agente alcalino que pueda alcanzar un pH alto, como ejemplo se da el caso del hidróxido de calcio (lechada de cal), hidróxido de sodio (soda cáustica), hidróxido de potasio y los demás hidróxidos de metales alcalinos o alcalino-térreos. la cal se usa en forma de lechada para permitir un buen manejo del pH final optimo, logrando niveles de pH mayores a 10, pH en el cual precipitan todos los metales pesados (44).

El pH para cada metal es diferente al precipitar, los pHs varían entre 9.0 y 10.5 para la remoción de los metales pesados, teniendo como resultado los parámetros, por debajo de los LMP. Para los casos del hierro ferroso y el cromo hexavalente, muchas veces es necesario previamente convertirlos a hierro férrico y cromo trivalente, antes de precipitarlos, ya que en estos últimos estados son mucho menos solubles. Para el primer caso se puede usar cloro, aireación o permanganato de potasio, y en el segundo caso se puede usar anhídrido sulfuroso o bisulfito de sodio (28).

Una de las desventajas del uso de la cal en la precipitación química, es el alto volumen de lodos formados y densidad baja de estos, siendo su mayor ventaja su menor costo. En el caso de tos hidróxidos de sodio o amonio se tiene la ventaja de la formación de pocos sólidos, siendo su desventaja su costo (43).

La elección del agente alcalino a usar estará en función del costo de operación y de las facilidades de adquisición y uso de cada uno. Precipitación como sulfuros: con el uso del ión sulfuro como precipitante de los metales pesados se obtienen precipitados con un producto de solubilidad menor que de los hidróxidos, pero se deberá mantener un pH adecuado, para evitar la redisolución de los sulfuros formados. Para la precipitación como sulfuros se usan el ácido sulfhídrico, el sulfuro de bario y el sulfuro de sodio como agentes precipitantes (44).

El más usado es el sulfuro de sodio, ya que el uso del ácido sulfhídrico crea muchos inconvenientes de manipulación; inclusive cuando se usa el sulfuro de sodio se deben tomar precauciones por la emanación de olores sulfhídricos, cuando este entra en contacto con aguas de bajo pH (28).

La precipitación como sulfuros se usa para la remoción de metales pesados, es usado más para la precipitación de mercurio y cromo hexavalente. También la ventaja que se da es una precipitación densa y reciclable en el efluente, se da también una menor cantidad de lodos y se recupera los sulfuros metálicos (44).

2.2.1.9.7. Método de Alcalinización

Este método tiene la capacidad que el agua pueda neutralizar ácidos. Pese a, aniones de un pH ácido leve (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) atribuye en relación a la alcalinidad en relación por el pH, el agua, la temperatura y la fuerza iónica. Comúnmente, se presenta en las aguas puras en disposición con los carbonatos y los bicarbonatos con el ácido carbónico, con disposición que prevalezcan, los iones de bicarbonato (44).

2.2.1.10. Relaves

Los relaves son depósitos que tienen bajo contenido de sólidos totales, para la reducción del contenido de cianuro se emplea métodos de tratamiento para cumplir los límites y parámetros establecidos por las leyes peruanas (45).

Según la disposición del área de los relaves vemos el tiempo de retardo de los metales, cumpliendo con las leyes peruanas preservando y controlando la calidad ambiental (28).

2.2.1.11. El agua y sus características Físicas

El agua tiene características físicas diferentes que son llamadas ya que impresionan a los sentidos (vista, olfato, etcétera) (44). Se toma en cuenta los siguientes factores:

- La Turbiedad.
- El Color.
- El Olor y sabor.
- La Temperatura.
- El pH.

2.2.1.11.1. Característica física del Agua como la Turbiedad

Esta característica física del agua conocida como la turbidez que se da por partículas en suspensión (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). Estas al reducirse minimizan la claridad del efluente en mayor o menor concentración. La medida de la turbidez se da por equipos de turbidímetro o nefelómetro. Las unidades de la turbidez es nefelométricas de turbiedad (UNT) (44).

2.2.1.11.2. El Color en el Agua

La característica física del agua como el color está representada por la turbidez. Todavía no se establecen estructuras químicas para el color. Se da estas características por diferentes compuestos como son taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales (28), se originan en diferentes causas como:

- La extracción acuosa vegetal.
- La desintegración de la materia.
- La materia orgánica.
- La presencia de Fe, Mn y otras sustancias metálicas.

En el agua la formación del color interviene, en relación con otros factores como, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. Se conoce al color del agua como aparente el color que queda es el que se da después de la filtración (46).

También se dan varios métodos de remoción del color. Algunos de estos se dan por el proceso de coagular dependiendo de sustancias químicas como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración (28).

El color del agua se da por diferentes factores por las plantas, animales entre otros (44).

2.2.1.11.3. El Olor y Sabor del agua

Esta característica física está relacionada; se dice que "A lo que huele, sabe el agua". El rechazo del consumidor es un motivo principal. En términos prácticos, en la ausencia de olor se da un indicio indirecto en la carencia de los contaminantes, así como los compuestos fenólicos. De tal modo, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno indica una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua (44).

Se encuentran compuestos formados de olor y sabor en aguas son sustancias orgánicas generadas por microorganismos y algas o generados vertimientos de residuos industriales se presencia cuatro sabores diferentes como: ácido, salado, dulce y amargo. Para eliminar los olores se da por el método de aireación o la adición de carbón activado (28).

Los compuestos fenólicos generan olores desagradables en el agua, por la generación de derivados fenólicos (44).

2.2.1.11.4. Temperatura

Una de las características físicas más indispensables en el agua es la temperatura, ya que influye de manera general se retarda los procesos como la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Son procesos que influyen de manera positiva o negativa, principalmente al ambiente, esto hace que la temperatura del agua varíe continuamente (44).

2.2.1.11.5. pH

Una característica física principal del agua es el pH, este factor importante actúa como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. También se da efectos sobre la salud, este factor influye demasiado en los tratamientos del agua, como la coagulación y la desinfección. generalmente, las aguas naturales (no contaminadas) presentan un pH en el rango de 5 a 9. Al hablar de la acidez del agua, se agrega un agente alcalino (comúnmente la cal) para mejorar el método de coagulación. Para algunos tratamientos, se ajusta el pH del agua tratada, se le lleva a un valor que no genere efectos corrosivos. Se considera que el pH de las aguas contaminadas como tratadas estar entre 5,0 y 9,0. comúnmente, a este grado se controla los efectos del efluente (44).

2.2.1.12. Agua de Mina y su Caracterización

La caracterización del efluente es muy necesaria e importante para darle una solución al problema del efluente. Para saber con precisión cuales son los efectos negativos que se está ocasionando, su frecuencia, envergadura y características específicas para darle una solución óptima y adecuada (28).

Dándole relación a la investigación de la tesis una vez que se caracteriza estas aguas acidas y viendo cuales son los contaminantes principales de los efluentes, ya que esto va a influir en la elección del método de tratamiento que se va a llevar a cabo para darle la solución a la problemática por lo cual está pasando la mina y generándose por los procesos de esta actividad, por el cual también vamos a ver la dosificación correcta de los reactivos y los equipo a utilizar para los tratamientos (tanques de neutralización, clarificadores, etc.) también se va verificar sobre el requerimiento o no de instalaciones a usar para el almacenamiento temporal de los efluentes a tratar, canales de coronación, pozas de sedimentación. Se describe de una manera adecuada la

caracterización de los efluentes las cuales influyen en la medición representativa del efluente y de los siguientes parámetros físicos y químicos (47).

- El pH.
- La Acidez/alcalinidad.
- Los la Contenidos de metales totales y disueltos.
- La Conductividad.
- El Potencial Redox.

2.2.1.13. Aguas Ácidas y su Tratamiento

El objetivo principal del tratamiento de los drenajes ácidos es la remoción y aislamiento de metales pesados y aniones metálicos se da la precipitación como hidróxidos insolubles. Este tratamiento los metales se extraen de la precipitación los cuales son los sólidos, después se separan como residuos (conocido como lodos) y eliminarlos bajo condiciones óptimas. Al precipitar los metales que se dan en un intervalo de pH dependiendo de las características de cada metal pesado (28).

Para determinar los ensayos se usaron diferentes factores (temperatura, presión, etc.) cada curva experimental se desplaza una curva de ligamentos a las condiciones en las que se formalizó la prueba. Se da por diferentes métodos activos o métodos pasivos en el tratamiento de las aguas acidas. Se elige una adecuado método de tratamiento al implementar según la caracterización del efluente, el caudal promedio, el agua tratada al final y el costo optimo se da en la operación y mantenimiento del tratamiento propiamente dado (45).

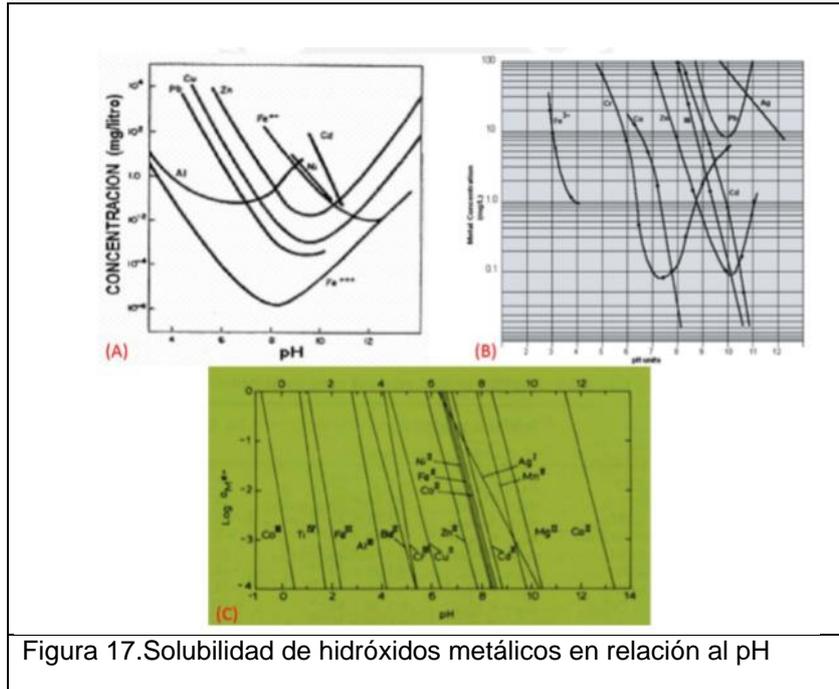


Figura 17. Solubilidad de hidróxidos metálicos en relación al pH

Fuente: BULLÓN (45).

Los métodos de tratamientos pasivos son dados de manera general para los efluentes con poca acidez y poco caudal. Al contrario, los métodos de tratamientos activos se pueden trabajar con rangos altos de acidez y caudales (48).

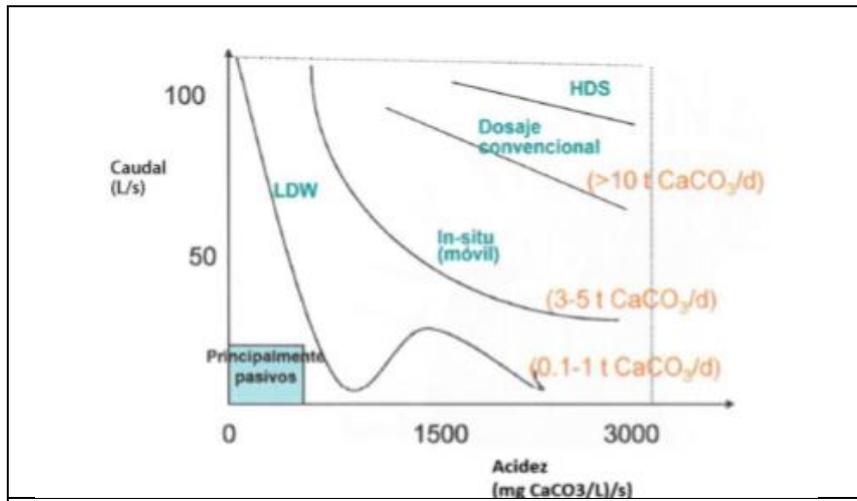


Figura 18. Método de Tratamiento Pasivo-Activo.

Fuente: BARRENECHEA (48).

2.2.1.13.1. Métodos de tratamiento Activos

Los métodos de tratamiento activo se dan por medio de una operación, mantenimiento y monitoreo continuo y usan energía externa (energía eléctrica) para el mantenimiento y reactivos.

Se usa mayormente este tratamiento en minas operativas y su objetivo principal es radicar se aplica a grandes caudales y a diferentes rangos de acidez, se adapta a las propiedades químicas del agua que se da durante los procesos mineros (28).

Para este tratamiento no se requiere grandes áreas para su infraestructura, el costo de inversión es alto puesto que implica el acoplamiento de una planta de tratamiento químico con diferentes equipos tales como tanques, clarificadores, bombas entre otros (45).

En una operación continua, el costo operativo toma en cuenta la adición de los reactivos rutinariamente siendo este monitoreado continuamente por un personal.

Los métodos de tratamiento activos se dan comúnmente cuando hay control de pH o neutralización/precipitación, intercambio iónico, métodos electroquímicos, procesos de membrana como la filtración, ósmosis inversa, etc (44).

Este método tiene una mayor aceptación en el tratamiento de neutralización/precipitación con cal que realiza la neutralización del efluente ácido esto facilita la neutralización y la eliminación de metales mediante la adición de reactivos neutralizantes como CaO (cal viva), Ca(OH)₂ (cal apagada), caliza rica en calcio, soda caústica, etc. Por ende, las densidades finales de lodos sedimentados están entre 4%-15% de sólidos y el tratamiento de lodos de alta densidad están entre 15-30% de sólidos (48).

2.2.1.13.2. Métodos Pasivos como tratamiento

Los tratamientos pasivos se dan con la intervención del hombre esta es mínima en sentido operativo (no requiere se agregan los reactivos rutinariamente) como se da en la parte de mantenimiento. Este tratamiento se basa en otros factores físicos, químicos y biológicos esto se da en los tratamientos biológicos por ejemplos con los humedales, cambiando las condiciones de Eh y pH del efluente de manera que sea óptimo para la generación especies insolubles que precipiten y retengan al contaminante (44). El tratamiento emplea lo siguiente:

- Neutralizar la acidez por un método alcalino.
- Minimizar agentes contaminantes.
- Bacterias para acelerar los procesos de precipitados.
- Facilitar el movimiento en relación a la gravedad.

Este tratamiento se da en sus bajos costos de inversión y operación. Este tratamiento es usado solo en poco

caudal y con poca acidez, se puede dar en grandes áreas de terreno que aseguren una buena circulación y distribución del efluente, el tiempo de contacto en relación al flujo de agua contaminada con los elementos y materiales con los insumos que dispone del tratamiento (28).

2.2.1.14. Matriz de Evaluación de la Mitigación del Impacto Ambiental en el componente Agua.

La matriz de Leopold se aplicada y es especialmente útil para dar un enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de los tratamientos para evitar grandes impactos ambientales, como es el caso de la actividad minera, el cual genera impactos negativos en la provincia de Huaral, al verter estos efluentes contaminados por manganeso al ambiente, por medio de esta matriz vamos a mostrar e identificar impactos ambientales y su origen, para evaluar la importancia y magnitud de los impactos ambientales (49).

Características ambientales						
		A	B	C	D	E
Acciones	a		7			
	b				9	

Figura 19. Matriz de Leopold.

Fuente: ESPINOZA (49).

2.2.1.15. Límites Máximos Permisibles de Bhutan

Para la descarga de efluentes industriales los límites máximos permisibles de manganeso son de 0.5mg/L, a comparación de las normas peruanas no consideran al manganeso en los límites máximos permisibles (50).

18	Manganese (Mn)	0.5				
19	Mercury (Hg)	0.001		0.001	0.001	
20	Nickel (Ni)	0.1		0.5	0.5	
21	Oil and grease	5.0				
22	pH	6.5 - 8.5				
23	Phenolic compounds (as C ₆ H ₅ OH)	0.5			0.5	0.5
24	Selenium (Se)	0.05				

Figura 20. Límites Máximos Permisibles de Bhutan

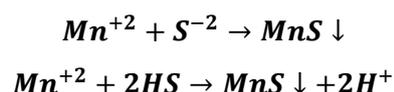
Fuente: BHUTAN (50).

2.2.2. Fundamentos metodológicos de la investigación

2.2.2.1. Tratamiento No Convencional de Reducción y Alcalinización

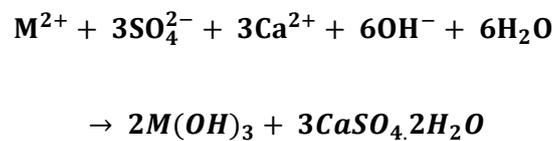
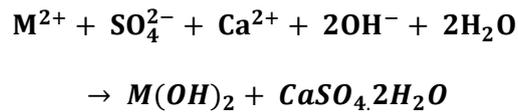
2.2.2.1.1. Tratamiento No Convencional de Reducción

La reacción realiza el complemento de cambio de fase de los metales disueltos vía cinética química de reducción por sulfurización, en donde se agrega según estequiometría de concentración de contaminantes disueltos lo correspondiente al producto reductor que tiene como base sales de activas de HS y S⁻² para la formación insoluble de los metales en su forma de sulfuros. Se produce una reacción de precipitación de los principales contaminantes inorgánicos disueltos (metales) como pulido químico (51), tales reacciones son:

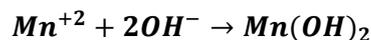


2.2.2.1.2. Tratamiento No Convencional de Alcalinización

Para eliminar los metales totales y disueltos se eleva el pH por encima de 12 y se obtienen precipitados de hidróxidos metálicos que se separan por sedimentación; la cal es un agente más usado para alcalinizar el agua. La neutralización con cal ocurre según las siguientes reacciones (M es metal):



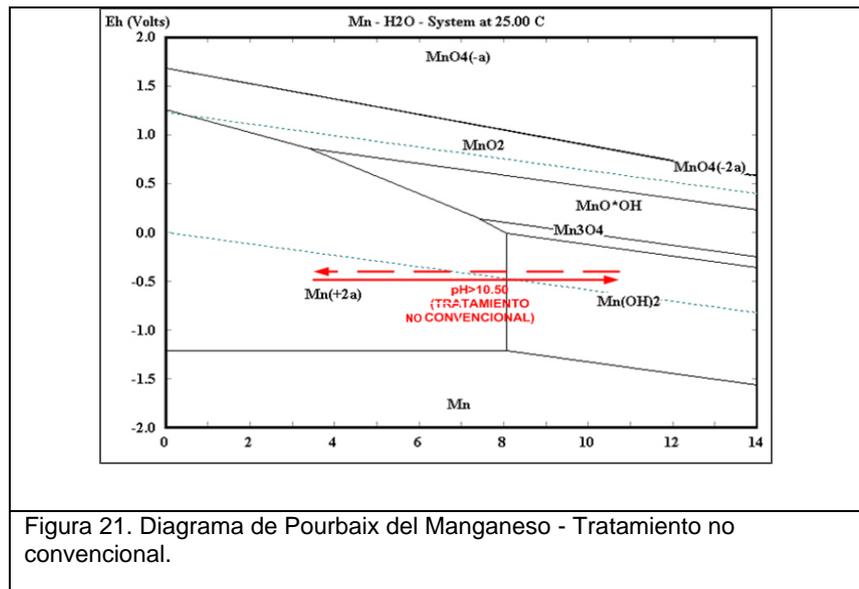
se acondiciona el pH hasta un valor aproximado de 12 con Cal, con el fin poder dar el medio necesario para la remoción de contaminantes disueltos. En esta etapa se da el medio de pH por cambio de fase de alcalinización y se produce la segunda reacción de precipitación de los principales contaminantes inorgánicos disueltos (metales), tal como el Manganeseo (Mn) (52).



2.2.2.2. Equilibrio y Estabilidad de Contaminantes presentes en soluciones a tratar

Se observa que con el tratamiento no convencional vía alcalinización del Manganeseo que se precipita en forma de hidróxido Manganeseo $Mn(OH)_2$ a partir de $pH = 12$. Si se observa al detalle dicha figura, la presencia de una contaminación ácida (de alguna corriente del proceso) o la misma lluvia (agua que absorbe CO_2 y forma ácido carbónico, H_2CO_3) puede ayudar a disminuir el pH de la solución tratada re disolviendo

el manganeso o cualquier otro metal alcalinizado, volviéndose estos hidróxidos metálicos. Así mismo los lodos obtenidos como hidróxidos y acumulados, al momento de la lluvia natural ácida podrían ser lixiviados en las escorrentías del agua de lluvia de tal forma que arrastraría agua nuevamente con presencia de metales produciéndose la contaminación del medio ambiente (21).



Fuente: WEBER (53).

2.2.2.3. Legislación Aplicable

2.2.2.3.1. Estándares de Calidad Ambiental para el Agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de Animales

Respecto de la calidad del agua, usamos esta norma porque evaluamos nuestro contaminante en un cuerpo receptor, a nivel nacional se tienen normados Estándares de Calidad Ambiental, los cuáles se exponen en la siguiente tabla en sentido del objeto de estudio de la presente: el manganeso (54).

Tabla 03. Estándares de Calidad Ambiental del Agua.

Parámetros	Unidad de Medida	D1: Riego de Vegetales	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	

Fuente: MINISTERIO DEL AMBIENTE (54).

2.2.2.3.2. Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades mineros-Metalúrgicas

Respecto con la descarga del agua de un proceso minero, a nivel nacional se tienen normados Límites Máximos Permisibles, los cuáles se exponen en la siguiente tabla (55).

Tabla 04. Límites Máximos Permisibles

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el promedio anual
pH	mg/L	6-9	6-9

Fuente: MINISTERIO DEL AMBIENTE (55).

2.2.2.3.3. Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades mineros-Metalúrgicas de Bhutan.

Respecto a la norma internacional en el vertimiento de las aguas residuales industriales mineras es de 0.5mg/L al comparar con los resultados de los análisis de laboratorio del efluente tratado por el método de reducción-alcalinización, teniendo en cuenta que

cumplimos con los límites máximos permisibles estamos dentro de los rangos (50).

Tabla 5. Comparación de la norma con los resultados de laboratorio

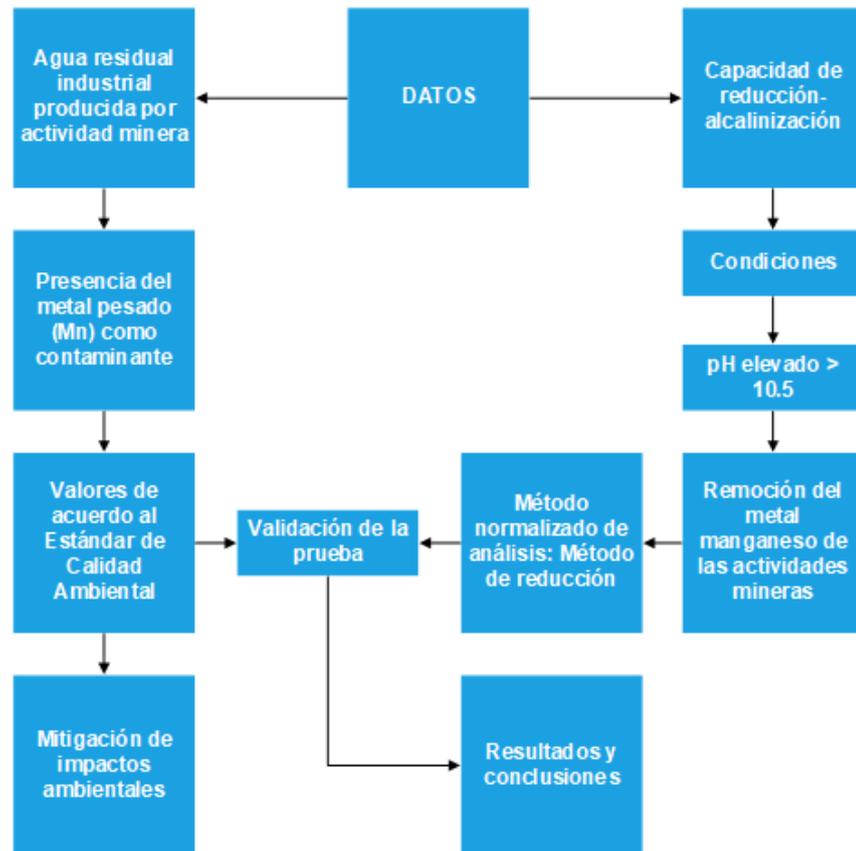
Parámetro	Unidad	Limite Máximo Permisible	Resultado del efluente tratado
Mn	mg/L	0.5	0.0159

Fuente: Propia.

2.2.2.3.4. Marco Normativo

- Ley General del Ambiente (Ley N°28611 modificada por D.L. N°1055).
- Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338) y su reglamento (D.S. N°001-2010AG).
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N°015-2015MINAM).
- Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas (D.S. N°010-2010-MINAM).
- Ley General de Minería (D.S. N°014-92-EM).
- Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (RJ N°010-2016-ANA).

2.2.3. Modelo teórico de la investigación



2.3. Definición de términos

Alcalinización: Es “la capacidad del agua para neutralizar hasta un pH= 8.3” (56).

Aguas residuales: Son “las aguas con características que han sido modificadas por actividades antropogénicas, que son vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad y estas requieren de un tratamiento previo” (57).

Aguas residuales industriales: Son “originadas como consecuencia del desarrollo de un proceso productivo, que incluye las provenientes de la actividad minera, agrícola, pesquera, agroindustrial, entre otras” (57).

Aguas de mina: Son “aguas generadas por los trabajos ejecutados en el interior de la mina y que están en contacto con cuerpos mineralizados adquieren características que hacen necesario su tratamiento previo para su disposición final, se considera como aguas residuales” (57).

Aguas continentales: Son “los cuerpos de agua permanentes que comprenden las aguas superficiales dulces y subterráneas” (57).

Calidad de agua: Son “las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua” (56).

Cal: Es “conocido como óxido de calcio o el hidróxido de calcio, se usa para eliminar los carbonatos o dureza temporal y para un manejo adecuado del pH” (56).

Color aparente: Es “una pigmentación debida a la presencia de sólidos suspendidos en un abastecimiento de agua” (56).

Contaminación del agua: Es “la introducción en el agua de cualquier sustancia no deseable, no presente normalmente en el agua, por ejemplo: microorganismos, productos químicos, residuos o productos de evacuación que hacen el agua inadecuada para el uso previsto (56).

Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua: Es “el nivel de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no presentan riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente” (56).

Límites Máximos Permisibles: Es “la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o una emisión, que corresponde a los niveles de tratamiento de aguas residuales alcanzables con las mejores técnicas disponibles y económicamente viables. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente y su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental” (57).

Muestra de agua: Es la “parte representativa del material a estudiar (para este caso agua natural superficial) en la cual analizarán los parámetros de interés” (57).

Prueba de jarras: Sirve para “determinar si un efluente puede ser tratado de manera rentable y con la eficiencia deseada mediante el tratamiento a usar” (26).

Reducción: Es “el proceso electroquímico por el cual un átomo o un ion gana electrones. Implica la disminución de su estado de oxidación. Este proceso es contrario al de oxidación” (46).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo y nivel de la investigación

3.1.1. Métodos de la investigación

a) Método general

El método general es analítico-deductivo, puesto que se abordó al tema de estudio desde un enfoque general para llegar a situaciones específicas (58) ; se analizó la aplicación del método de reducción-alcalinización en las aguas contaminadas, como objeto de estudio con presencia de manganeso, por los procesos mineros con el objeto de determinar su influencia en la mitigación del impacto ambiental negativo e inherente, mayormente, a procesos industriales mineros de modo que se obtenga una alternativa de aplicación viable y sostenible como aporte científico.

b) Método específico

El método específico que más se acomoda al método general seleccionado es el experimental-observacional. “observar es la acción de mirar detenidamente un objeto o cosa para asimilar en detalle la naturaleza investigada, su conjunto de datos, hechos y fenómenos” (58); lo anteriormente señalado hace referencia al hecho de observar puntualmente al fenómeno de reducción-alcalinización como alternativa de tratamiento del manganeso presente en concentraciones excesivas en el ambiente, y se suma ello el hecho de experimentar con una de las variables de estudio respecto del logro de las condiciones ideales de aplicación como alternativa del mencionado tratamiento como parte de acciones de mitigación de impactos ambientales. El proceso metodológico fue el siguiente:

- En el campo: Para el muestreo del Agua *in situ* me base al Protocolo de Monitoreo de Agua, se preservó el agua en envases de vidrio esterilizados adecuados, rotulados de modo que no varíe la condición inicial de las muestras.
- En el Laboratorio: Se llevó a cabo el tratamiento de la muestra contaminada por los procesos mineros.
- Se caracterizó primero el efluente contaminado por el equipo DR900.
- Se realizó la preparación de los reactivos a diversas concentraciones mediante la cantidad de dosis a usar.
- Se realizó el procedimiento para tratar el agua contaminada.
- Se homogenizó y vertió la muestra en un vaso de precipitado de 500 mL y se procedió a medir el pH de la solución.
- Se colocó el vaso precipitado en el Agitador Magnético con la pastilla magnética, se programó el Agitador Magnético a 100 rpm.
- Se agregó una solución de Cal preparada al 10% hasta elevar el pH aproximadamente a 11.0 – 12, se agitó la mezcla por lo menos 10 minutos y medimos el pH.
- Agregue a la mezcla una solución de sulfhidrato de sodio al 10%, y se dejó agitando por 15 minutos.
- Agregue a la mezcla coagulante al 1 %, dejar agitando por 2 minutos.
- Se Agregó a la mezcla floculante al 0.1%, dejamos agitando 30 segundos.
- Una vez terminado el efluente tratado filtramos para separar la fase sólida/líquida. Donde en la fase líquida agregamos el HCl para regular el pH de 6.4-9.4 aproximadamente.
- Se analizó en un laboratorio certificado el agua de entrada y salida del proceso de tratamiento.
- En el Gabinete: Se comparó los resultados de los análisis de los metales pesados encontrados en el efluente con el ECA peruana del agua, para ser reutilizado como agua de riego en la categoría 3.

3.1.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación que más se adecúa es el aplicado, este tipo de investigaciones buscan una solución a los problemas inmediatos y prácticos, determina nuevos métodos para alcanzar un objetivo determinado, como es el caso del impacto ambiental en la calidad del agua provocado por la actividad minera (58). De manera complementaria, hace referencia que también se recurre a información y/o conocimientos ya existentes a nivel de fuentes primarias y secundarias de información, existiendo una relación adecuada con la problemática, por ende, con el objeto de obtener un aporte científico.

3.1.3. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es explicativo, puesto que; “busca explicar las causas por las que se provoca el evento” (58), ya que se observó que el tratamiento de reducción-alkalinización, redujo la concentración del manganeso ppm (mg/L) causando un escenario de reducción de impacto ambiental.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es propiamente el pre-experimental, ya que no se tiene el control de los parámetros ambientales como: temperatura, presión, se analizaron 10 muestras de modo aleatorio en el laboratorio y además se llevó a cabo una observación adecuada, con la cual se tomó decisiones de las dosis y concentraciones adecuadas de los reactivos teniendo en cuenta un nivel de eficiencia del 95%. De manera complementaria el diseño específico de la investigación es transversal debido a que, se tomaron muestras en un momento específico desde un punto metodológico logrando una relación entre las dos variables y puede ser replicado en estudios de tratamiento de aguas industriales o en otros.

Tabla 06. Diseño del Experimento al Azar

Dosis	Pruebas de Tratamiento del Agua Contaminado Por Manganeso									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cal 5%	15mL	7 mL	8mL	5mL	1mL	12mL	3mL	9mL	11mL	10mL
NaHS	2 mL	0.1mL	1mL	5mL	1mL	0.1mL	2mL	1mL	1mL	0.2mL
Coagulante	1 mL	1.5mL	1mL	2mL	3mL	1mL	2mL	3mL	2mL	3 mL
Floculante	1 mL	1.5mL	2mL	1mL	2mL	3mL	3mL	3mL	2mL	2 mL

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población de la tesis estuvo compuesta por un efluente industrial con un caudal de 12 L/s, a partir de ello se delimito varios puntos de muestreo de la calidad de agua de acuerdo a la normativa nacional lo cual se obtuvo una serie de muestras en relación respecto al estudio.

3.3.2. Muestra

La investigación presenta 10 muestras de agua de 1L cada una, según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, se obtuvo la muestra de un punto específico el cual abarca el efluente generado por los procesos industriales mineros, no se llevó a cabo una formula paramétrica para identificar y seleccionar las muestras, en relación con el instrumento de gestión ambiental, por ende, se delimito los puntos de muestreo del efluente industrial, así como los parámetros necesarios para analizar en el campo y en el laboratorio de modo que se cumpla lo propuesto con la normativa nacional vigente basados en un protocolo de monitoreo validado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección respecto con el método específico es la observación, evidenciadas en las listas de cotejo proporcionadas por un laboratorio acreditado el cual analizo las muestras de agua contaminadas con concentración de manganeso y las muestras tratadas según el método elegido, anexado correctamente en la presente investigación.

- DR 900 que es un equipo colorímetro para la caracterización del efluente contaminado y observar que metales pesados son los más abundantes en el efluente, en esta investigación se usó para analizar la cantidad de manganeso presente en el agua.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Cadena de custodia.
- Cuestionario.

3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

- Hoja de cálculo Excel, se usó para la elaboración de la data de los resultados de los análisis de las muestras y la dosificación optima la versión a usar fue del 2016.
- Para la prueba de hipótesis se usó IBM SPSS, para ver si se rechaza o se acepta la prueba de hipótesis nula.
- Cuestionario.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la investigación

4.1.1. Resultados de la caracterización del Agua Contaminada por Manganeso sin Tratar.

Tabla 07. Resultados de la Caracterización de los Metales Pesados encontrados en el agua contaminada.

Metal pesado	Unidad	Resultado
Ag Plata	mg/L	<0,0014
Cu Cobre	mg/L	0,0005
Fe Hierro	mg/L	0,0052
Mn Manganeso	mg/L	3,063
Pb Plomo	mg/L	<0,004
P Fosforo	mg/L	0,0004

Fuente: Cuadro de resultados de la caracterización del efluente.

Elaboración: Propia.

El resultado dado de la caracterización del efluente contaminado por los procesos mineros presenta una gran cantidad de metales pesados, el metal que

se está analizando en la investigación es el manganeso lo encontramos con una cantidad de 3,063 mg/L, a un pH ácido de 6, podemos observar que el nivel de contaminación por el manganeso es elevado, ya que sobrepasa los parámetros dados por las leyes peruanas.

4.1.2. Resultados del Agua Contaminada por Manganeso después del Tratamiento por el Método de reducción-alcalinización.

Tabla 08. Resultados del agua tratada por el método de reducción-alcalinización

Metal Pesado	Unidad	Resultado
Ag Plata	mg/L	<0,0014
Mn Manganeso	mg/L	0,0159
Cu Cobre	mg/L	<0.0005
Fe Hierro	mg/L	<0,0052

Fuente: Análisis del Agua contaminada tratada por el método de reducción-alcalinización en la Provincia de Huaral 2017.

Elaboración: Propia

Los resultados obtenidos después del tratamiento del agua contaminada por la actividad minera por el método de reducción-alcalinización, se determinó que la remoción del manganeso es de 0,0159mg/L, que tiene una eficiencia de 99%, con esto concluimos que el método de reducción-alcalinización es factible para tratar los efluentes contaminados de la provincia de Huaral 2017. Estas aguas serán reutilizadas para el riego de la vegetación.

4.1.3. Comparación de los Resultados con el ECA del agua

Tabla 09. Comparación entre los resultados y el ECA

Metal Pesado	Unidad	Resultado	ECA
Mn Manganeso	mg/l	0,0159	0.2

Fuente: muestra tratada por el método de reducción- alcalinización, para la determinación de la remoción del manganeso.

Elaboración: Propia

Al comparar los Estándares Calidad Ambiental peruana un cuerpo receptor, con los análisis del laboratorio, observamos que cumplimos con los los parámetros de contaminación dándonos como resultado el tratamiento de 0,0159 mg/L para llevar a cabo este tratamiento se dio a un pH de 12, estando por debajo del ECA ya que esta nos permite una contaminación de manganeso de 0,2mg/L esto se da en la categoría 3 para riego de vegetales, se puede decir que el método de tratamiento de reducción- alcalinización es óptimo y adecuado para determinar una remoción de manganeso de 99% y a un bajo costo, se hizo la comparación de costos operativos con otros tratamientos y reactivos, cumpliendo con la reducción de los impactos negativos del ambiente y preservando la calidad del agua, dando como alternativa óptima para reutilizar estas aguas y no causar impactos negativos en la vegetación de la población de la provincia de Huaral 2017.

Tabla 010. Evaluación de la mitigación del Impacto Ambiental.

PRODUCCIÓN MINERA			
COMPONENTE	FACTOR	MAGNITUD	IMPORTANCIA
Físico Ambiental	Agua (2017)	-3	3
Físico Ambiental	Agua (2018)	-1	1

Fuente: Propia según lo recomendado por ESPINOZA (49).

Tabla 011. Cuadro de Valores.

±3	Significativo
±2	Moderado
±1	Insignificante

Fuente: elaboración propia según lo recomendado por ESPINOZA (49).

Los criterios y consideraciones para asumir el entorno de impacto ambiental fueron: en año 2017 asumió una magnitud severa de “-3”, con una importancia significativa de “3”, considere estos valores, ya que se obtuvo como resultado inicial en efluente contaminado de manganeso sin tratamiento, la concentración del efluente contaminado es de 3.069 mg/L, sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental y los Límites Máximos Permisibles dados por la legislación peruana. A partir de esto en el año 2018 se asumió una magnitud insignificante de “-1”, con una importancia insignificante de 1, asumí estos valores, ya que en el análisis del efluente tratado por el método de reducción-alcalinización se tuvo como resultado una concentración de manganeso de 0.0159mg/L, cumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental y los Límites Máximos Permisibles dados por la legislación peruana y respetando lo establecido por los instrumentos de gestión ambiental reflejando compromiso con el ambiente de parte de la organización.

Se muestra una eficiencia en la aplicación del método de tratamiento de las aguas contaminadas por el manganeso, generadas de los procesos mineros el nivel de eficiencia fue de 99% considerando un método adecuado de tratamiento, tras caracterizar la muestra posterior a su implementación del método adecuado, cumplimiento con esto el objetivo de la presente investigación. (véase en el ANEXO 03).

El proceso productivo de la mina se da por los siguientes procesos: Mineral, Trituración, Molienda, Tostación, Circuito de Lavado, y esto se manda a los relaves, al caracterizar el agua contaminada de relave nos dio como resultado un pH de 6 que es ácido a una temperatura ambiente de 26°C ,con una concentración de manganeso de 3, 063 presentando un elevado contenido del contaminante sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental, cuando este es llevado a los relaves y es vertido a las cosechas forestando las plantas, muy a parte tiene altas concentraciones de los otros metales traza como el Zn con un alto contenido de 12.39 mg/L teniendo un

color turbio y un olor desagradable, para un litro de efluente contaminado encontramos en solidos totales un resultado de 50 mL de lodo, esto se da después de los procesos de tratamiento.(ver Anexo 10).

Después de tratar el agua tuvimos resultado de concentración de manganeso de 0,0159 mg/L viendo que los reactivos y el método a usar fue el más eficaz para este tipo de tratamiento pasa por diferentes procesos como: alcalinización, reducción, coagulación-floculación, pasa a sedimentadores, después es agua semi tratada y por último se encuentra el agua tratada para que este proceso sea efectivo se tiene que elevar el efluente acido a un pH de 12 siendo el efluente alcalino a una temperatura ambiente de 26°C, y nuestro otro contaminante que también reducimos cumpliendo con los parámetros peruanos es el Zn dando como resultado de <0,0009, siendo optimo el tratamiento y eficaz, sobre todo es a un bajo costo y cumplimos con el compromiso ambiental de preservar y conservar los ecosistemas.(ver Anexo 12).

4.1.4. Prueba de hipótesis

Correlaciones				
			tiempo	cc_final
Rho de Spearman	tiempo	Coefficiente de correlación	1,000	,966**
		Sig. (unilateral)	.	,000
		N	10	10
cc_final	cc_final	Coefficiente de correlación	,966**	1,000
		Sig. (unilateral)	,000	.
		N	10	10

Figura 22. Determinación del valor crítico de la prueba de correlación.

Fuente: elaboración propia usando el programa SPSS.

Después de haber realizado la prueba de normalidad dándome como resultado que nuestra variable no tiene una distribución normal, usamos la prueba de Spearman, el sig. De la prueba es 0,000 la cual es menor al valor crítico correspondiente al 95% de nivel de confianza, por tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, se valida la siguiente afirmación:

H1: El método de reducción- alcalinización (tiempo) influye en forma significativa en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.

Ho: El método de reducción- alcalinización No influye en forma significativa en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017

DECISIÓN:

Del cuadro se observa que:

Sig.= 0.000 y es menor que $\alpha=0.05$ por tanto la Hipótesis nula se rechaza.

- Prueba de Hipótesis Específicas

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Cinicial- Cfinal				Inferior	Superior			
		3,6085500	2,5164962	,7957860	1,8083571	5,4087429	4,535	9	,001

Figura 23. Representación de la prueba de hipótesis entre las concentraciones (inicial y final) del manganeso.

Fuente: elaboración propia utilizando el programa SPSS.

- Estadístico de prueba: $t = 1,833$ (equivalente a 95% de nivel de confianza para 9 grados de libertad: $(n-1)$).
- t calculado: 4,535.

La prueba evidencia el valor crítico de prueba calculado de 4,535, el cual es mayor que el estadístico de prueba de 1,833, lo cual evidencia que la prueba rechaza la hipótesis nula, es decir, valida la hipótesis de investigación del objetivo específico 2: $H1_{OE2}$: La reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción- alcalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017 fue significativo.

4.2. Discusión de resultados

El reaprovechamiento de las aguas residuales industriales tratadas evidencia un escenario de mitigación ambiental lo cual concuerda con lo propuesto por SANDIVAL (8), CANDORIN (9), SOTO (11), FENG (59), los autores coinciden que el método eficiente para tratar las aguas contaminadas por Mn es el de reducir el contaminante a un pH alcalino de 12, el cual concuerda con la investigación, asumiendo el compromiso ambiental y cumpliendo con los parámetros por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental, consiguiendo con esto minimizar el impacto ambiental.

Considerando las características de la muestra, es decir, los parámetros analizados y las concentraciones de los reactivos a usar luego de la aplicación que permitieron la reducción y remoción de los contaminantes y por tanto el impacto ambiental se redujo tras el empleo del método eficiente de tratamiento y el reactivo que permite que el pH se eleve a alcalino es la cal permitiendo con esto tener resultados positivos en la reducción del contaminante. Ello concuerda con lo realizado por LAZO (16), afirma que la implementación del método de tratamiento adecuado, evidencia una disminución considerable en relación a la concentración del Mn presente en los recursos hídricos; por ende, es importante siempre caracterizar el efluente, debido a esto se tomarán decisiones adecuadas para un método adecuado de tratamiento, en la investigación de LAZO (16), usó el método de oxidación, teniendo este método un nivel de eficiencia de 83% ya que ellos usaron más cantidades de dosis de reactivos en el tratamiento que realizaron, en la presente investigación se usó una cantidad optima de reactivos teniendo una eficiencia significativa de 99.47% de modo que el método que se usó las concentraciones y reactivos de la investigación tuvieron una mayor eficiencia.

De acuerdo al cálculo de la eficiencia del tratamiento de reducción y alcalinización, el resultado obtenido en la presente estudio concuerda parcialmente con lo reportado por MONTESINOS (17), LOARTE (15), reportan una eficiencia muy alto o considerable: sobre los 95%, acotamos que todos los autores citados en la discusión hacen mención a que la reducción de metales se da por un pH alcalino, considerando la caracterización de las muestras de aguas contaminadas y realizando las pruebas de jarras para tener en cuenta los reactivos tratantes a utilizar para los tratamientos y para la cantidad de la muestra, los compromisos

ambientales validados y certificados, mostrando la necesidad de probar otros reactivos de manera de ver que las concentraciones de los reactivos y tipos de reactivos a utilizar para el tratamiento del agua contaminada sean los adecuados y de manera complementaria esto acote información para investigaciones similares.

La identificación de los parámetros respecto a la sostenibilidad: la sociedad, el ambiente y la economía, los resultados concuerdan con los siguientes autores SANDOVAL (8), CANDORIN (9) y WANG (39) hacen referencia que los tratamiento de las aguas residuales industriales de la mina influyen cuantiosamente en la mitigación de los impactos ambientales negativos en relación del desbordamiento de un efluente con parámetros en concentraciones bajas de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua, los resultados del tratamiento por el método de reducción y alcalinización del efluente concuerda con lo propuesto por YANG (20), indica que la reducción y la remoción de los metales pesados de las agua residuales industriales guardan una relación respecto a la eficiencia en el proceso del tratamiento y con esto mejorar la calidad del ambiente, la preservación del agua y la prevención de la contaminación, evidenciando con los resultados obtenidos del método de tratamiento, y que “solucionan” o corrigen las proporciones elevadas de la concentración de Mn en relación de los insumos tratantes, demostrando una mejora en relación a la conservación de la calidad ambiental; el tratamiento que se realizó con diversos insumos y concentraciones, la cual se observa en la eficiencia de la remoción del Mn, actualmente se ha desarrollado una gran cantidad de métodos y diferentes insumos con significancias satisfactorias en los procesos de reducción y la remoción de Mn, todas con el objetivo de reducir costos y tácticas, que aprueben su ejecución y sostenibilidad, en consecuencia la alternativa de tratamiento propuesta por la investigación realizada tiende a ser viable.

CONCLUSIONES

- Se determinó de qué manera influye la remoción del manganeso mediante el método de reducción-alkalinización de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017 el cual fue de un 99% logrando mantener a la concentración por debajo de los estándares de calidad ambiental del agua, considerando un pH de 12 y una disolución de cal de 6mL.
- Se determinó la concentración del manganeso y el pH de los efluentes contaminados por los procesos mineros de la provincia de Huaral 2017: son extremadamente ácidos, alta concentración de metales pesados que sobre sobrepasan en un inicio a los Estándares de Calidad Ambiental.
- Se determinó la reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción- alkalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017, el cual fue significado, cumpliendo con los parámetros del ECA y los límites máximos permisibles de la norma peruana.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios complementarios que se enfoquen en el análisis del parámetro estudiado en componentes ambientales complementarios, de modo que el escenario de impacto ambiente se refleje como integral.
- Recomiendo realizar estudios de suelos en la Provincia de Huaral, que evidencien la reducción del manganeso.
- Recomiendo realizar estudios de los lodos generados en el tratamiento de las aguas, y darle una solución que genere impactos positivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **UNIVERSIDAD DE CHILE.** CENTRO DE COMPUTACION UNIVERSIDAD DE CHILE. *Cec.Uchile*. [En línea] [Citado el: 4 de Abril de 2018.] <http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/IMPACTO%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20MINERA.pdf>.
2. **Perú 21.** Conflictos sociales en cifras. *peru21.pe*. [En línea] Diciembre de 2016. [Citado el: 31 de Mayo de 2018.] <http://peru21.pe/multimedia/imagen/t-430753> .
3. **PARRILLA, Juan.** Infobae.com. *Infobae*. [En línea] 2018 Infobae, 5 de Enero de 2017. [Citado el: 4 de Abril de 2018.] <https://www.infobae.com/sociedad/2017/01/05/nuevo-caso-de-contaminacion-de-barrick-gold-ahora-en-pascua-lama/>.
4. **RPP NOTICIAS.** rpp.pe. [En línea] copyright 2016, 20 de Enero de 2017. [Citado el: 29 de Marzo de 2018.] <http://rpp.pe/peru/puno/denuncian-presunta-contaminacion-de-rios-con-relave-minero-noticia-1025290>.
5. **ALERTA PLOMO.** Alertaplomo.org. [En línea] 19 de Enero de 2011. [Citado el: 25 de Marzo de 2018.] <http://alertaplomo.org/alto-al-plomo/pobladores-denuncian-contaminacion-de-minera-colquisiri-en-huaral>.
6. **ATDSR.** Adtsr.cdc.gov. [En línea] [Citado el: 19 de Enero de 2018.] https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs151.html.
7. **Lentech BV.** lenntech.com. [En línea] [Citado el: 23 de Mayo de 2018.] <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/mn.htm>.
8. *Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados comumente presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión.* **SANDOVAL, Javier, PERDOMO, Alexandra y RODRIGUEZ, Daniel.** Colombia : Revista Ingeniería y Región, 2015.
9. *AVANCES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS DE MINAS.* **CANDORIN, Luciana, CARISIMI, Elvis y RUBIO, Jorge.** Pereira : Scientia et Technica , 2007. 0122-1701 .
10. *Uso del agua en la industria minera. Parte 2: Estudio de opciones para reciclar el agua de proceso.* **PACHECO, Alberto y DOMINGUEZ, Maria.** Mexico : IMIQ, 2007. 0186-6036.

11. *Remoción de metales pesados en aguas residuales mediante agente químicos.* **SOTO, Eduardo, y otros.** 23, Mexico : Ingenierías, 2004, Vol. VII.
12. *Eliminación selectiva de los iones de metales pesados de las aguas y las aguas residuales industriales por el método de intercambio de iones.* **DABROWSKI, A., y otros.** 2, s.l. : quimiosfera, 2004, Vol. 56.
13. *ELIMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS MEDIANTE EL METODO DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN. EVALUACIÓN DE MATERIALES Y MODELACIÓN DEL PROCESO.* **IZQUIERDO, Marta.** España : Servei de Publicacions , 2010. 978-84-370-7981-3.
14. *SEPARACIÓN SELECTIVA DE METALES PESADOS EN EFLUENTES INDUSTRIALES MEDIANTE LA TECNOLOGÍA PSU.* **CARAMILLO, Rafael.** España : Castilla-La Mancha, 2005.
15. **LOARTE, Arnold y SANABRIA, Victor.** *EFECTO DEL pH Y TIPO DE ADSORBENTE EN LA REMOCIÓN DE MANGANESO DE AGUAS SUPERFICIALES CONTAMINADAS POR RELAVES MINEROS .* Huancayo : Universidad Nacional del Perú, 2015.
16. **LAZO, Liz.** *REMOCION DEL MANGANESO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN LA LAGUNA AZULCOCHA .* Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
17. **MONTESINOS, Mayra.** *Caracterización de Efluentes de Mina para la elección de la alternativa optima de Tratamiento.* Lima : Pontífica Universidad Católica del Perú, 2017.
18. **LOAIZA, Alvaro.** *REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN AGUAS SUBTERRANEAS MEDIANTE DOBLE FILTRACIÓN CON FLUJO A PRESIÓN CASO EL HORMIGUERO-CALI.* Santiago de Chile : Universidad del Valle, 2009.
19. **HUERGA, Efraín.** *DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS DIRIGIDAS AL RECICLAJE Y/O VALORACIÓN DE CONTAMINANTES.* España : Universidad de Valencia, 2005. 84-370-6387-6 .
20. *REDUCCIÓN Y REMOCIÓN DE METALES PESADOS DE AGUAS RESIDUALES: UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.* **YANG, Li.** Tuczan : Berkeley, 2001.

21. *PROCESOS FISICOQUIMICOS PARA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AGUA*. **ALVARADO, Alicia, REYES, María y GONZALES, Laura**. México : s.n., 2006.
22. *Contaminantes emergentes en agua, efectos y posibles tratamientos*. **SOTO, Adriana, y otros**. 52-57, Brazil : s.n., 2012, Vol. 7.
23. *Remoción de Metales Pesados en Aguas Residuales Industriales por la Técnica de Precipitación Alcalina*. **PADILLA, María**. Puebla : s.n., 2008.
24. *Optimización del proceso de Remoción de Metales Pesados de Agua Residual de la Industria Galvánica por precipitación química*. **MIRIAM, Rosa, y otros**. 2, México : s.n., 2006, Vol. 17. 0718-0764.
25. **MARTAELM**. LA MAMA PACHA . *wordpress.com*. [En línea] La mama pacha, 7 de Febrero de 2015. [Citado el: 13 de Abril de 2018.] <https://lamamapachama.wordpress.com/2015/02/07/contaminacion-de-aguas-por-metales-pesados/>.
26. **JIMENEZ, Blanca**. *La Contaminación Ambiental en Mexico*. México : Noriega Editores, 2001. 6042-X.
27. **AVENDAÑO, N**. *Remoción de Hierro y Manganeso. Unidad de vigilancia de la Salud y Ambiente*. México : s.n., 2002.
28. **BULLON, J**. *Tratamiento de aguas en la industria minero-metalúrgica* . Perú : s.n., 2014.
29. **GILES, C., SMITH, D. y HUITSON, A**. *A general treatment and classification*. s.l. : Journal of Colloid and Interface Science, 1974.
30. **POURBAIX, Marcel**. *Thermodynamics of Dilute Aqueous Solutions. Graphical Representation of the Role of pH and Potential*. Baltimore : s.n., 1940.
31. **RAMALHO, Ruben**. *Tratamiento de Aguas Residuales*. Canada : REVERTE S.A., 2009. 9788429192070.
32. **FERNANDEZ, Antonio, y otros**. *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid : vt miod, 2006.

33. *La hidrosfera y el ciclo del agua. La contaminación del agua. Métodos de análisis y depuración y el problema de la escasez del agua.* **ALVAREZ, Oscar.** Tarragona : Publicaciones Didácticas , 2016.
34. **HEINKE, G. y GLYNN.** *Ingeniería Ambiental.* México : PRENTICE HALL, 1999.
35. **HERNANDEZ, Aletsa.** Planeta Agua. *planetaagua2015.blogspot.pe.* [En línea] 18 de Enero de 2015. [Citado el: 10 de Mayo de 2018.] <http://planetaagua2015.blogspot.pe/2015/01/ciclo-del-agua-contaminada.html>.
36. **MURGEL, Branco.** *Limnología sanitaria estudio de la polución de aguas.* Washington, D.C. : Secretaria general de los estados americanos, 1984.
37. **JIMENEZ, R., CARVALHO, W. y DAL BOSCO, S.** *Removal of toxic metals from wastewater by Brazilian natural scolecite.* Brazil : Journal of Colloid and Interface Science, 2005.
38. **ELLIOTT, H. y HUANG, C.** *Adsorption characteristics of some Cu(II) complexes on aluminosilicates.* s.l. : Water Research, 1981.
39. **WANG, Y., LIN, S. y JUANG, R.** *Removal of heavy metal ions from aqueous solutions using various low-cost adsorbents".* *Journal of Hazardous Materials.* 2003.
40. **MARGINEDA DE GODOS, J.** *Estudio de procesos de adsorción/desorción de iones en resinas encapsuladas. Aplicaciones a la remineralización de tejidos dentales.* Barcelona : Universidad Autonoma de Barcelona, 2004.
41. **APPELO, C. y POSTMA, D.** *Geochemistry, groundwater and pollution.* Rotterdam : Balkema, 1993.
42. **VILLARAN, M., y otros.** *Adsorbentes basados en quitosano y alginate.* s.l. : Revista iberoamericana de Polimeros, 2007.
43. **DI BERNANDO, L.** *Métodos y Técnicas de tratamiento de agua.* Río de Janeiro : ABES, 1993.
44. **BARRENECHEA, M.** *Aspectos Fisicoquímicos de la Calidad del Agua.* Lima : s.n., 2000.
45. **ADUVIRE, Osvaldo.** *Drenaje Ácido de Mina: Generación y Tratamiento.* Madrid : IGME, 2006.

46. **De Quimico.** dequimico.com. [En línea] [Citado el: 12 de Abril de 2018.] <http://dequimica.com/teoria/reduccion-oxidacion>.
47. **LOPEZ, Enrique, ADUVIRE, Osvaldo y BARETTINO, Daniel.** *Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas del futuro.* Madrid : Boletín Geológico Minero, 2002.
48. **KUYUCAK, Nural.** *Tratamiento de efluentes mineros “prácticas convencionales, desafíos ambientales & temas clave”.* Material del Curso de especialización en Cierre de Minas y Pasivos Ambientales. Lima : PERCAN, 2017.
49. **ESPINOZA, Guillermo.** *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental.* Chile : s.n., 2007.
50. **COMISION NACIONAL AMBIENTAL DE BHUTAN.** *Estandares Ambientales. Limites Maximos permisibles para las descargas de efluentes insdustriales.* Bhutan : s.n., 2010.
51. **VIAN , Angel.** *Introducción a la Química Industrial.* España : REVERTE S.A, 2006.
52. **PULIDO, Antonio y VALLEJOS, Ángela.** *GESTIÓN Y CONTAMINACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.* Almeria : EL EJIDO, 2003. 84-8240-662-0.
53. **WEBER, Walter.** *Crontról de la calidad del agua Procesos Fisicoquimicos .* España : Reverte, S.A., 2003. 84-291-7522-9.
54. **Ministerio del Ambiente.** DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAN. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.* Lima : El Peruano, 2017.
55. **MINISTERIO DEL AMBIENTE.** *Limites Maximos Permisibles para la descarga de efluentes liquidos de Actividades Minero- Metalúrgicas. D.S. 010-2010-MINAM.* Lima : El Peruano, 2010.
56. **ORTIZ, Ramon.** *GLOSARIO GEOHIDROLOGICO.* México : Universitaria Potosina, 1996. 968-7674-00-8.
57. **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA.** PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECUROS HIDRICOS SUPERFICIALES. *RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA.* LIMA : ANA, 2016.

58. **ARROYO, Jacinto.** *¿Cómo ejecutar un plan de investigación?* Huancayo : Fundación para el Desarrollo y Aplicación de las Ciencias, 2012.
59. *Tratamiento del agua ácida de la mina mediante el uso de precipitación de metales pesados e intercambio iónico.* **FENG, D., ALDRICH, C. y TAN, H.** 6, s.l. : Elsevier, 2000, Vol. 13.
60. **TRIOLA, Mario.** *Estadística.* Mexico D.F : Pearson Educación , 2004. 9702605199.
61. **Analiza Calidad.** analizacalidad.com. [En línea] [Citado el: 10 de Mayo de 2018.] <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi11110aguas.pdf>.
62. **DABROWSKI, A.** *Adsorption - from theory to practice.* s.l. : Advances in Colloid and Interface Science, 2001.
63. **TUÑÓN, I.** *Superficies sólidas: adsorción y catálisis heterogénea.* Valencia : s.n., 2007.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera influye el método de reducción-alkalinización en la remoción del manganeso de aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuál es la concentración del manganeso y el pH presente en los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017?</p> <p>¿Cuál es la reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción-alkalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Remover el manganeso mediante el método de reducción-alkalinización de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la concentración del manganeso y el pH de los efluentes contaminados por los procesos mineros de la provincia de Huaral 2017.</p> <p>Determinar la reducción de la concentración del manganeso mediante el tratamiento de reducción-alkalinización de los efluentes contaminados por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.</p>	<p>Hipótesis de investigación:</p> <p>H1: El método de reducción-alkalinización influye en forma significativa en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.</p> <p>Hipótesis nula:</p> <p>H0: El método de reducción-alkalinización no influye significativamente en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.</p> <p>Hipótesis alternativa:</p> <p>Ha: El método de oxidación química influye en forma significativa en la remoción del manganeso de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Remoción de manganeso</p> <p>Variable independiente:</p> <p>Método de reducción-alkalinización</p>	<p>Método general:</p> <p>Deductivo y analítico.</p> <p>Método específico:</p> <p>Observacional.</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Explicativo</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Pre-experimental, transversal.</p> <p>Población:</p> <p>Efluente generado en el nivel 10 – interior mina.</p> <p>Muestra:</p> <p>Los puntos de muestreo en los procesos de producción de la mina.</p> <p>Técnicas de recolección de datos:</p> <p>Observación.</p> <p>Instrumentos de recolección de datos:</p> <p>Cadena de custodia.</p>

Anexo 02: La preparación de los reactivos esta dado a base a porcentaje, donde se toma como densidad de los reactivos igual al del agua, $d = 1 \frac{kg}{L}$, se procede a calcular la cantidad de reactivos a usar.

CAL al 5%

100mL	—————	100%
X (reactivo en gr)	—————	10%

$$X = 10 \text{ gr.}$$

REDIMEX al 10%

20mL	—————	100%
X (reactivo en gr)	—————	10%

$$X = 2 \text{ gr.}$$

ARKA FLOC C 80.5 al 1%

100mL	—————	100%
X (reactivo en gr)	—————	1%

$$X = 1 \text{ gr.}$$

ARKAFLOC F 70 al 0.1%

100mL	—————	100%
X (reactivo en gr)	—————	0.1%

$$X = 0.1 \text{ gr.}$$

Anexo 03: Eficiencia de la capacidad de reducción

se calculó la eficiencia del método adecuado de tratamiento para el agua residual industrial, en relación a lo propuesto por (17), teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{\text{tratamiento sin reducción}}{\text{tratamiento con reducción}} * 100$$

Donde obtuvimos los resultados del laboratorio certificado, los cuales fueron el tratamiento sin reducción nos dio 3,063 y el tratamiento con reducción nos dio como resultado 3,047 se obtuvieron los siguientes resultados de la eficiencia:

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{3.063}{3,047} * 100$$

Anexo 05: Conformidad de Uso del Laboratorio de la Universidad Continental.



Universidad
Continental

“AÑO DEL DIÁLOGO Y RECONCILIACIÓN NACIONAL”

Solicito: Conformidad de uso de laboratorios de la Universidad Continental con fines de investigación.

Ing. Guillermo Jaramillo Cabrera
Jefe Corporativo de Laboratorios de Cómputo e Ingeniería
Universidad Continental

Es grato dirigirme a su persona para saludarlo cordialmente y exponerle le siguiente:

Con la finalidad de sostener la validez respecto del análisis de las muestras correspondientes a la investigación realizada por mi persona, como Tesis de grado titulada **“Remoción del manganeso con el método de reducción-alkalinización de las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017”**, le solicito dar el visto bueno a la presente como evidencia objetiva de su parte que daría soporte adecuado a la validez mencionada.

Desde ya quedo agradecida por el tiempo concedido, como evidencias de la finalización de mi investigación se adjunta un ejemplar del informe de conformidad por parte de mi Asesor: Ing. Jacinto Arroyo Aliaga.

17 de Mayo de 2018

Atte.


Bach. Ruth Echegaray Contreras
DNI 47139901

 Bach. Ruth Echegaray Investigadora	  Guillermo Jaramillo Cabrera Jefe Corporativo de Laboratorios de Ingeniería y Cómputo Universidad Continental Ing. Guillermo Jaramillo Jefe de Laboratorios
--	--

Anexo 06: Resultados de un laboratorio Certificado.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-056



**INFORME DE ENSAYO N° 181593
CON VALOR OFICIAL**

Nombre del Cliente : RUTH KATHERINE ECHEGARAY CONTRERAS
 Dirección : Reservado por el cliente
 Solicitado Por : Ruth Katherine Echegaray Contreras
 Referencia : N/S 18011880
 Proyecto : Tesis - Remoción del Magnesio con el Método de Reducción - Alcalinización de Aguas Contaminadas por los Procesos Mineros en la Provincia de Huaral 2017
 Procedencia : Huaral
 Muestreo Realizado Por : Ruth Katherine Echegaray Contreras
 Cantidad de Muestra : 2
 Producto : Agua Residual
 Fecha de Recepción : 2018/04/19
 Fecha de Ensayo : 2018/04/19 al 2018/04/30
 Fecha de Emisión : 2018/05/02

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	181593-01	181593-02
Código de Cliente	PUNTO 1	PUNTO 2
Fecha de Muestreo	17/04/2018	18/04/2018
Hora de Muestreo (H)	10:00	13:30

Descripción de la Estación de Muestreo	Ensayo de muestra de agua para proyecto de investigación	Ensayo de muestra de agua para proyecto de investigación
--	--	--

Tipo de Producto	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
------------------	--------------------------	--------------------------

Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados	
Metales Totales (ICP-AES)				
Ag Plata	mg/L	0.0014	<0.0014	<0.0014
Al Aluminio	mg/L	0.0077	<0.0077	<0.0077
Aa Arsénico	mg/L	0.001	<0.001	<0.001
B Boro	mg/L	0.0012	0.5316	0.5177
Be Bario	mg/L	0.0004	0.0622	0.0442
Be Berilio	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002
Ca Calcio	mg/L	0.0035	728.9	839.7
Cd Cadmio	mg/L	0.00005	0.0082	<0.00005
Ce Cerio	mg/L	0.0096	<0.0096	<0.0096
Co Cobalto	mg/L	0.0007	<0.0007	<0.0007
Cr Cromo	mg/L	0.0023	<0.0023	<0.0023
Cu Cobre	mg/L	0.0005	<0.0005	<0.0005
Fe Hierro	mg/L	0.0052	0.4984	<0.0052
K Potasio	mg/L	0.0463	67.63	70.74
Li Litio	mg/L	0.0006	<0.0006	<0.0006
Mg Magnesio	mg/L	0.0107	46.22	13.00
Mn Manganeso	mg/L	0.0004	3.063	0.0159
Mo Molibdeno	mg/L	0.0018	<0.0018	<0.0018
Na Sodio	mg/L	0.0074	>750.0	>750.0
Ni Níquel	mg/L	0.0015	<0.0015	<0.0015
P Fósforo	mg/L	0.0037	<0.0037	<0.0037
Pb Plomo	mg/L	0.0004	<0.0004	<0.0004

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "-" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo

**INFORME DE ENSAYO N° 181593
CON VALOR OFICIAL**

Código de Laboratorio	181593-01	181593-02
Código de Cliente	PUNTO 1	PUNTO 2
Fecha de Muestreo	17/04/2018	18/04/2018
Hora de Muestreo (h)	10:00	13:30
Descripción de la Estación de Muestreo	Ensayo de muestra de agua para proyecto de investigación	Ensayo de muestra de agua para proyecto de investigación
Tipo de Producto	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial

Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados	
Metales Totales (ICP-AES)				
Se Arsenio	mg/L	0.0015	<0.0015	<0.0015
Se Berilio	mg/L	0.001	<0.001	<0.001
Si Silicio	mg/L	0.0091	2.319	1.182
Sn Estaño	mg/L	0.0026	<0.0026	<0.0026
Sr Estroncio	mg/L	0.0002	>1.000	>1.000
Ti Titanio	mg/L	0.0021	<0.0021	<0.0021
Tl Talio	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002
V Vanadio	mg/L	0.0005	<0.0005	<0.0005
Zn Zinc	mg/L	0.0009	12.38	<0.0009

Leyenda: L.C.M. = Límite de cualificación del método; L.D.M. = Límite de detección del método; - = No Analizado.
* = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado; ** = Mayor al rango de trabajo.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Metales (ICP-AES)		
(Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V and Zn)	EPA Method 200.7, Rev. 4.4, 1999	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

ISOLAS: EPA: U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis


Harold Pacheco C.
Jefatura Instrumental
C.I.P. N° 121714

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
Está prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

“ FIN DEL INFORME ”

Anexo 07: Certificados de Calibración los Equipos.



CERTIFICADOS DE CALIBRACION Y/O VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE LOS EQUIPOS

LAB-23

DHLCTRONICS	CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO ICP 4300DV	CÓDIGO : LAB-23 ÁREA : INSTRUMENTACION ELABORADO: DHL FECHA : 15/12/2017
--------------------	---	---

ESPECTROFOTOMETRO DE EMISION

PERKIN ELMER MODELO ICP OPTIMA 4300DV

Compañía: ENVIROTES S.A.C
Dirección: CALLE B MZ C LOTE 40 URB. PANAMERICANA -SMP
Área: LABORATORIO
Responsable: HAROLDS PACHERRE CRUZ
Teléfono: 523 1828
Código de cliente: -----

Fecha de evaluación: DICIEMBRE 16, 2017
Próxima certificación: ----
Periodo recomendado: 12 MESES
Fecha sugerida: DICIEMBRE 2018
N° de certificado: EC 0681
Fecha de última certificado: -----

Teléfono de consultas: 201 5800/444 9983

	<p align="center">CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO ICP 4300DV</p>	<p>CÓDIGO : LAB-23 AREA : INSTRUMENTACION ELABORADO: DHL FECHA : 16/12/2017</p>
---	--	---

GENERAL

- Consultar al cliente sobre el funcionamiento del equipo desde la última visita
- Revisar la línea de voltaje y la línea tierra

Mecánico/Neumático

- Revisar y limpiar todos los filtros y ventiladores
- Revisar y limpiar, cambiar si fueran necesario los componentes de la antorcha
- Revisar y limpiar tuberías, cambiar si fuera necesario
- Revisar el buen funcionamiento de la bomba peristáltica

Revisar y ajustar si fueran necesario los gases internos

- Nitrógeno @ 20 PSI
- Argón @ 75PSI
- Shear gas @ 65PSI
- Neumática de la antorcha @ 65PSI (ambos)
- Revisar y ajustar la presión interna del agua 35PSI
- Revisar el AUX, NEB y plasma
- Revisar que no haya fugas por la línea de gases
- Revisar la purga alta y baja del Nitrógeno, revisar el buen funcionamiento de las válvulas solenoides del shear gas
- Revisar el buen funcionamiento de los motores del espectrómetro
- Realizar el mantenimiento preventivo al chiller
- Reemplazar el agua del chiller
- Purgar la compresora y revisar la calibración de corte y encendido
- Limpiar el exterior del instrumento

DHLCTRONICS	CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO ICP 4300DV	CÓDIGO : LAB-22 AREA : INSTRUMENTACION ELABORADO: DHL FECHA : 16/12/2017
--------------------	---	---

Eléctrico

- Revisar todas las tarjetas electrónicas
- Revisar el software del instrumento, observar el enlace con el pc
- Abrir el software de diagnóstico del instrumento
 - 1) revisar la ventana de estado de RF
 - 2) revisar el funcionamiento de todos los interlocks
- Revisar los voltajes del RF y del espectrofotómetro

Óptico

- Revisar todos componentes ópticos, revisar la purga
- Revisar el buen funcionamiento de la óptica de transferencia (XY)
- Revisar el buen funcionamiento del mecanismo del slit
- Revisar, limpiar y cambiar las ventanas axial y radial
- Revisar todos los componentes de todo el accesorio DV
- Revisar la tubería del shear gas
- Revisar las temperaturas de la óptica desde el software de diagnóstico
- Realizar un alineamiento XY de los detectores

DHLCTRONICS	CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO ICP 4300DV	CÓDIGO : LAB-23 AREA : INSTRUMENTACION ELABORADO: DHL FECHA : 16/12/2017
--------------------	--	---

Pruebas de verificación

Realizar las pruebas finales de todo el sistema y llenar el certificado

Revisión

Revisar el trabajo realizado con el cliente

Revisar la rutina de mantenimiento realizada con el cliente



TÉCNICO DE SERVICIO



FIRMA DEL CLIENTE

DHLCTRONICS	CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE RENDIMIENTO ICP 4300DV	CÓDIGO	: LAB-23
		ÁREA	: INSTRUMENTACIÓN
		ELABORADO	: DHL
		FECHA	: 15/12/2017

ESPECTROFOTOMETRO DE EMISION

PERKIN ELMER MODELO ICP OPTIMA 4300DV

Compañía: ENVIROTES S.A.C
Dirección: CALLE B MZ C LOTE 40 URB. PANAMERICANA -SMP
Área: LABORATORIO
Responsable: HAROLDS PACHERRE CRUZ
Teléfono: 523 1828
Código de cliente: -----

Fecha de evaluación: DICIEMBRE 16, 2017
Próxima certificación: -----
Periodo recomendado: 12 MESES
Fecha sugerida: DICIEMBRE 2018
No de certificado: EC 0375
Fecha de último certificado: -----

Teléfono de consultas: 201 5800/444 9983

DHLCTRONICS	CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE RENDIMIENTO	CÓDIGO : LAB-23
	ICP 4300DV	AREA : INSTRUMENTACIÓN
		ELABORADO : DHL
		FECHA : 16/12/2017

REVISIÓN B

CONFIGURACION EVALUADA		ACCESORIOS/COMPONENTES, NO INCLUIDOS en la descripción del modelo, pero utilizado en la prueba.	
Modelo	Nro de Serie	Modelo	Nro de Serie
Optima 4300DV	077N1120601	_____	_____
_____	_____	_____	_____
Equipo de Prueba		Número de Serie	
Medidor de presión de gases/aire		_____	
Osciloscopio		_____	
Multítester		_____	
Estándares Utilizados	Número de Lote	Fecha de Expiración	
IV-STOCK-55	J2-ME8597104	SEPTIEMBRE 14, 2018	
IV-STOCK -14	H2-ME8533019	JUNIO 10, 2017	
COMN1	J2-MN02124	SEPTIEMBRE 29, 2018	
Suministrado por el cliente	Observaciones	Iniciales del cliente	
Agua destilada	_____	_____	
_____	_____	_____	

DHLCTRONICS	CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE RENDIMIENTO ICP 4300DV	CÓDIGO	: LAB-23
		AREA ELABORADO	: INSTRUMENTACIÓN : DHL
		FECHA	: 16/12/2017

NÚMERO DE CERTIFICADO: EC 0375

RADIAL BEC: BEC-RL, Para calcular: $BEC = (IB * Standard Conc.) / (I Snet)$

Elemento	IB= Intensidad "del Blanco (2% HNO ₃)"	Intensidad del "Std (N0691579) =I Snet"	Mn BEC (IB*10000/(I Snet))	Spec (ug/L)	Observación
MN 257	393	151075	26.24	≤ 45	Pasó

Radial Detection Limits: DL-2-RL, para la muestra IDL (2% HNO₃), anotar el valor de la desviación estándar.

No multiplicar la desviación estándar por 3 por que ya se hizo en el archivo de información de muestras.

Elemento	Std. Dev. Sample Unit (ug/L)	Spec (ug/L)	Observación
As 193.696	35.38	≤ 60	Pasó
Zn 213.856	0.6543	≤ 2	Pasó
Mn 257.610	0.7273	≤ 0.75	Pasó
La 379.478	0.8565	≤ 3	Pasó
Ba 455.403	0.2563	≤ 0.3	Pasó
Ba 493.408	0.3598	≤ 0.6	Pasó

Axial Deteción Limit: DL-2-XL, para la muestra de IDL (2% HNO₃), anotar el valor de la desviación estándar.

No multiplicar la desviación estándar por 3 porque ya se hizo en el archivo de información de muestras.

Elemento	Std. Dev. Sample Unit (ug/L)	Spec (ug/L)	Observación
Ti 190.801	2.83	≤ 10	Pasó
As 193.696	2.34	≤ 10	Pasó
Se 196.026 (Scott)	--	N/A	Pasó
Se 196.026 (cyclone)	0.95	≤ 5	Pasó
Pb 220.353	1.728	≤ 3	Pasó

Precisión: Precisión-XL, para la muestra RSD STD (N069-1579) anotar el valor de NRSD.

Elemento	NRSD	SPEC%	Observación
As	0.20	≤ 1	Pasó
Zn	0.23	≤ 1	Pasó
Mn	0.27	≤ 1	Pasó
La	0.13	≤ 1	Pasó
Ba	0.14	≤ 1	Pasó
Ba	0.13	≤ 1	Pasó

ELEMENTO STD. DEEVAMPLE UNIT ug/L



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE RENDIMIENTO ICP 4300DV

CÓDIGO : LAB-23
AREA : INSTRUMENTACIÓN
ELABORADO : DHL
FECHA : 16/12/2017

NÚMERO DE CERTIFICADO: LC 0729 Fecha de evaluación: Diciembre 16, 2017

Stability: Stability-XI. Todos las muestras (STAB N069-1579) deben estar entre 95 mg/L a 105 mg/L.

Elemento	Pasó
Zn 206.200	98.9
Mg 280.271	99.7
Mg 285.213	99.6
Mn 257.610	98.5
Ba 455.403	99.6

Resolution: RES-STRAY-RL, anotar el valor mas alto de las 3 replicas de la muestra RES (N069 1579) hallados en pe\7300at\Temporary Files\Analysis.log.

Element	Resolution	Spec (nm)	Observaciones
As 193.696-Res	0.00573	≤ 0.007	Pasó
Ni 231.604-Res	0.00755	≤ 0.008	Pasó
Ni 341.476-Res	0.00988	≤ 0.012	Pasó
La 408.672-Res	0.01567	≤ 0.020	Pasó
Ba 455.403-Res	0.02013	≤ 0.025	Pasó

Calibración de Longitud de Onda (Opcional)

Coeficiente UV		Coeficiente VIS	
[0.04965]	≤ 1.50	[0.70105]	≤ 2.00
[0.86832]	≤ 1.50	[1.17406]	≤ 2.00
[0.99995]	≤ 6.00	[2.15268]	≤ 8.00

Intensidad Lampara de Mercurio:
(Referencia) 8 000 000

Sit: (Referencia)

DHLCTRONICS	CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE RENDIMIENTO ICP 4300DV	CÓDIGO	: LAB-23
		AREA	: INSTRUMENTACIÓN
		ELABORADO	: DHL
		FECHA	: 19/12/2017

Observaciones:

Este documento certifica que las pruebas realizadas y la configuración evaluada.

Cumple

No Cumple

Las especificaciones de PERKIN ELMER, indicadas en este certificado.
Este documento no modifica los términos estándar y las condiciones de venta de PERKIN ELMER, incluyendo los términos de garantía PERKIN ELMER no asume compromisos por los resultados de las pruebas.


ING. DE SERVIDO


FIRMA DEL CLIENTE

Anexo 08: Hoja de Seguridad de los reactivos.

Ficha de Datos de Seguridad **REDIMEX**



IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE DEL PRODUCTO : REDIMEX

COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Nombre químico (IUPAC): Sulfhidrato de Sodio en escamas

Fórmula química: NaSH Sinónimos: Bisulfuro de Sodio, Hidrosulfuro de Sodio, Sulfuro de hidrógeno y Sodio.

No. CAS: 240-778-0No.

NU: 2949

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Marca en etiqueta: CORROSIVO

Clasificación de riesgos del producto químico:

Salud: 3

Inflamabilidad: 0

Reactividad: 0

a) Riesgos para la salud de las personas: Es un irritante severo. Un contacto prolongado puede causar quemaduras. La aspiración del polvo puede causar irritación del tracto respiratorio superior.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez):

Inhalación: La inhalación de los vapores puede causar la irritación del tracto respiratorio.

Contacto con la piel: Causa irritación grave. Un contacto prolongado puede llegar a causar quemaduras químicas.

Contacto con los ojos: Causa irritación grave y puede producir un daño permanente.

Ingestión: Causa irritación grave a las membranas mucosas del sistema digestivo y el contacto del material con el ácido del estómago causa la liberación del gas de sulfuro de hidrógeno el que es altamente tóxico.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): No se conocen efectos de una exposición prolongada al producto. El hidrosulfuro de sodio no figura en las listas de productos carcinogénicos.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto: Las personas con afecciones respiratorias no deben ser expuestas al producto.

b) Riesgos para el medio ambiente: El producto reacciona con el aire y puede producir incendios, con desprendimiento de gases sulfurados. Por ello debe ser tratado como "peligroso para el ambiente".

c) Riesgos especiales del producto: El mayor peligro está constituido porque puede entrar en combustión espontánea. Debe ser manipulado de acuerdo a él.

MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:

Inhalación: Lleve a la persona afectada al aire libre. Ayúdela a respirar si ello es necesario. Si persisten molestias al respirar, consulte a un médico.

Contacto con la piel: Lave con abundante agua corriente. Si persiste un enrojecimiento de la piel, consulte a un médico.

Contacto con los ojos: Lave con abundante agua corriente a lo menos por 15 minutos. Consulte con urgencia a un médico.

Ingestión: Si la persona está consciente, dé a beber agua NO INDUZCA LOS VÓMITOS. Consulte a un médico.

Notas para el médico tratante: No existe antídoto específico. Trate según los síntomas presentes.

MEDIDAS PARA COMBATIR EL FUEGO

Agentes de extinción: En caso de incendio puede usarse dióxido de carbono, espuma arena seca o agua en forma de rocío en cantidades muy grandes.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: El producto no es inflamable. Aunque si estas soluciones son expuestas al calor o ácidos, el sulfuro de hidrogeno será liberado y podría formar mezclas explosivas en el aire. Para combatir el fuego debe usarse grandes cantidades de agua o arena o tierra seca para ahogarlo. Refrigere los envases expuestos a fuego, cuidando de no mojar envases que estén abiertos.

Equipos de protección personal para el combate del fuego: Use equipo de protección respiratoria autónoma, además de guantes de protección química.

MEDIDAS PARA CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame del material: Cubra con arena o tierra el material derramado, recójalo y guárdelo en contenedores tapados para luego disponer de él en lugares autorizados. No neutralice con ácidos minerales fuertes ya que este expedirá grandes cantidades de gas de H₂S. En general use palas para recoger el sólido.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Trompa de protección respiratoria para gases sulfurados, botas de neopreno, guantes de protección química, lentes y delantal para proteger el cuerpo.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: Recoja el material derramado con la máxima rapidez. Deposítelo en contenedores cerrados. Trate que el producto derramado no entre en alcantarillas o cursos de agua.

Métodos de limpieza: Los restos de producto derramado deben ser absorbidos con arena o tierra y con posterioridad disponerlo en forma definitiva.

Método de eliminación de desechos: Los desechos deben ser dispuestos en una instalación especialmente diseñada al efecto.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Recomendaciones técnicas: Mantenga los envases herméticamente cerrados mientras el producto no se esté usando. Mantenga alejadas las posibles fuentes de ignición.

Precauciones a tomar: Saque de los envases sólo la cantidad justa que necesita para el proceso.

Recomendaciones sobre manipulación segura, específicas: En lo posible, evite el contacto del producto con ácidos fuertes.

Condiciones de almacenamiento: Almacene en un lugar fresco y seco, al abrigo de los rayos solares.

Embalajes recomendados y no adecuados por el proveedor: Se recomienda utilizar recipientes herméticamente cerrados, de acero inoxidable.

CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: En los lugares de manipulación del producto debe haber buena ventilación natural. Use siempre los equipos de protección personal recomendados.

Parámetros para control: Límite permisible: TWA: 20 ppm. TLV: 10 ppm.

Límite permisible ponderado (LPP), absoluto (LPA) y temporal (LPT): Dato no disponible.

Protección respiratoria: Use trompa respiratoria con filtros gases sulfurosos.

Guantes de protección: Use de puño largo, de protección química.

Protección de la vista: Use lentes de protección química.

Otros equipos de protección: Use delantal de plástico para proteger el cuerpo.

Ventilación: Debe existir, natural, en los lugares de manipulación del producto.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

ESTADO FÍSICO Y APARIENCIA: Sólido en escamas, Amarillo claro a verde oscuro Olor del sulfuro de hidrogeno			
pH :	12 (solución)	PRESIÓN DE VAPOR:	15,5 psi a 70 °C
DENSIDAD DE VAPOR:	1.17 (Solución)	CONCENTRACIÓN:	70-72%
GRAVEDAD ESPECÍFICA:	1,31	% VOLÁTILES POR VOLUMEN	No Aplicable
SOLUBILIDAD EN AGUA:	Completamente miscible con agua		

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN:	Se producen nubes tóxicas, y posibles mezclas que podrían inflamarse en el aire.
SUSTANCIAS INCOMPATIBLES:	Evite el contacto con Bases.
CONDICIONES QUE SE DEBEN EVITAR:	Evite el contacto del producto con Ácidos fuertes o Cobre, Zinc, Aluminio o sus aleaciones.

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad a corto plazo: Es un irritante fuerte.

Toxicidad a largo plazo: No se conoce datos de la exposición al producto en el largo plazo.

Se sabe que no es cancerígeno.

Efectos locales o sistémicos: Irrita la piel y las mucosas.

Sensibilización alérgica: No hay datos al respecto.

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Inestabilidad: Estable Persistencia/Degradabilidad: Dato no Disponible.

Bio-acumulación: Dato no Disponible.

Ficha de Datos de Seguridad
REDIMEX



Efectos sobre el medio ambiente: Liberados al ambiente no se concentra como para ser nombrado como un residuo peligroso.

CONSIDERACIONES PARA LA DISPOSICION FINAL

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para disponer de la sustancia, residuos, desechos: Se recomienda su tratamiento en instalaciones especialmente diseñadas al efecto.

Métodos recomendados y aprobados por la normativa chilena para la eliminación de envases / embalajes contaminados: Se recomienda su tratamiento en instalaciones especialmente diseñadas al efecto.



Ficha de Datos de Seguridad
ARKA FLOC F70



IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE DEL PRODUCTO : ARKA FLOC F70
USO DEL PRODUCTO: TRATAMIENTO DE AGUAS

COMPOSICION E INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

acrilamida, polímeros; (POLIACRILAMIDA).

IDENTIFICACION DE PELIGROS

Condiciones médicas agravadas por la exposición: NINGUNO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE.

Indicadores de ruta de entrada:

Inhalación: SÍ

Piel: NO

Ingestión: SI

Carcinogenicidad Explicación: No relevante

MEDIDAS PARA COMBATIR EL FUEGO

Peligro inusual de incendio o explosión: NINGUNO CONOCIDO.

Medios de extinción: AGUA, CO2, QUÍMICA SECA.

Punto de Inflamación: Punto de inflamación Texto: NO APLICA

Temperatura de ignición espontánea:

Límite inferior (s): N / A

Límite (s) superior: N / A

MEDIDAS PARA CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

El material derramado se vuelve muy resbaloso cuando está mojado. barrer y colocar en un contenedor para su eliminación.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

MANIPULACIÓN:

No ingerir. Tener al alcance equipo de emergencia (para incendios, derrames, goteos, etc.). Asegurarse de que todos los contenedores estén etiquetados. Evitar el contacto con piel y ojos.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

Almacenar lejos de oxidantes. Almacenar los recipientes bien cerrados. Proteger este producto de la congelación.

CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL:

Este producto no contiene ningún componente con límite de exposición establecido.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL AREA DE TRABAJO:

Se recomienda ventilación general.

PROTECCIÓN DE LA RESPIRACIÓN:

Normalmente no se necesita protección de la respiración.

Ficha de Datos de Seguridad **ARKA FLOC F70**



PROTECCIÓN PARA LAS MANOS:
Guantes de caucho nitrilo, Guantes de PVC

PROTECCIÓN PARA LA PIEL:
Usar ropa de protección estándar.

PROTECCIÓN PARA LOS OJOS:
Llevar gafas de seguridad química (ajustadas al contorno del rostro).

RECOMENDACIONES DE HIGIENE:
Tener disponible una fuente para lavar los ojos. Se recomienda tener disponible una ducha de seguridad.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

La evaporación del peso y de referencia: NO APLICA
Solubilidad en Agua: Leve
Apariencia y olor: granular; INODORO.
Los volátiles por ciento en volumen: N / A
Velocidad de corrosión: N / K

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Materiales que deben evitarse: agentes oxidantes fuertes.
Estabilidad Condiciones a evitar: NO APLICA
Productos de descomposición peligrosos: CO, CO₂, AMONÍACO Y / O ÓXIDO DE NITRÓGENO.
Indicador Polimerización peligrosa: NO
Condiciones para evitar polimerización: No relevante

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

De acuerdo con nuestra evaluación de peligro, ninguno de los ingredientes de este producto es peligroso.

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

De acuerdo con nuestra evaluación de peligro, ninguno de los ingredientes de este producto es peligroso.

CONSIDERACIONES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL

Clasificado como no peligroso según las diferentes regulaciones de transporte terrestre, aéreo y marítimo.

Ficha de Datos de Seguridad
ARKA FLOC C80.5



IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE DEL PRODUCTO : **ARKA FLOC C80.5**
USO DEL PRODUCTO: TRATAMIENTO DE AGUAS.

COMPOSICION E INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

De acuerdo con nuestra evaluación de peligro, ninguno de los ingredientes de este producto es peligroso.

IDENTIFICACION DE PELIGROS

****DESCRIPCIÓN DE EMERGENCIA****

PRECAUCIÓN

Puede causar irritación en caso de contacto prolongado. Tóxico para los organismos acuáticos. No poner en los ojos, la piel y la ropa. No ingerir. Usar indumentaria de protección adecuada. Mantener el recipiente bien cerrado. En caso de contacto con los ojos, lávelos inmediatamente con mucha agua y consulte a un médico. Después de un contacto con la piel, lávese inmediatamente con mucha agua y jabón. Proteger este producto de la congelación. Puede emitir óxidos de carbono (COx) en caso de incendio. Puede emitir óxidos de nitrógeno (NOx) en caso de incendio. Puede emitir amoníaco (NH3) en caso de incendio. Puede emitir vapores de ácido clorhídrico (HCl) en caso de incendio.

VIAS PRIMARIAS DE EXPOSICIÓN:

Ojo, Piel

PELIGROS INMEDIATOS PARA LA SALUD HUMANA:

CONTACTO CON LOS OJOS:

Puede causar irritación en caso de contacto prolongado.

CONTACTO CON LA PIEL:

Puede causar irritación en caso de contacto prolongado.

INGESTIÓN:

No es una ruta probable de exposición. No se esperan efectos adversos.

INHALACIÓN:

No es una ruta probable de exposición. No se esperan efectos adversos.

SÍNTOMAS DE EXPOSICIÓN:

Agudo:

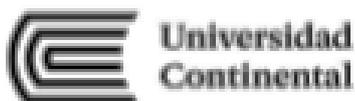
Una revisión de los datos disponibles no identifica síntomas debidos a la exposición previamente no mencionados.

Crónico:

Una revisión de los datos disponibles no identifica síntomas debidos a la exposición previamente no mencionados.

AGRAVAMIENTO DE LAS CONDICIONES EXISTENTES:

Una revisión de los datos disponibles no registra un empeoramiento de las condiciones existentes.



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS N° 01

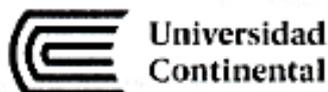
CUESTIONARIO: PERCEPCIÓN DEL POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS PROCESOS MINEROS EN LA PROVINCIA DE HUARAL 2017

Investigadora: Bach. Ruth Echegaray Contreras

Fecha: __/__/__

Instrucciones: Responder a las siguientes preguntas según corresponda y de manera objetiva.

1. ¿Ud. sabe qué es un impacto ambiental?
Sí: ____; ¿Qué es?: _____
No: ____
2. ¿Ud. considera que los procesos mineros impactan al ambiente?
Sí: ____
No: ____
3. ¿Ud. considera que la agricultura se ve impactada con los procesos mineros?
Sí: ____
No: ____
4. ¿Ud. tiene conocimiento sobre la conformación de comités de vigilancia ambiental (control de la contaminación)?
Sí: ____
No: ____
5. ¿Ud. considera que se generan metales pesados en concentraciones altas en la minería?
Sí: ____
No: ____
6. ¿Ud. considera que el tratamiento de las aguas residuales de minería por procesos complementarios, es decir, asumiendo una mayor inversión a nivel empresarial traería un escenario de reducción de impactos ambientales?
Sí: ____
No: ____
7. ¿Ud. considera que se podría llegar a un escenario de sostenibilidad tras la práctica de minería responsable?
Sí: ____
No: ____



Universidad
Continental

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS N° 01

**CUESTIONARIO: PERCEPCIÓN DEL POTENCIAL IMPACTO
AMBIENTAL GENERADO POR LOS PROCESOS MINEROS EN LA
PROVINCIA DE HUARAL 2017**

Investigadora: Bach. Ruth Echegaray Contreras

Fecha: 20 / 05 / 2018

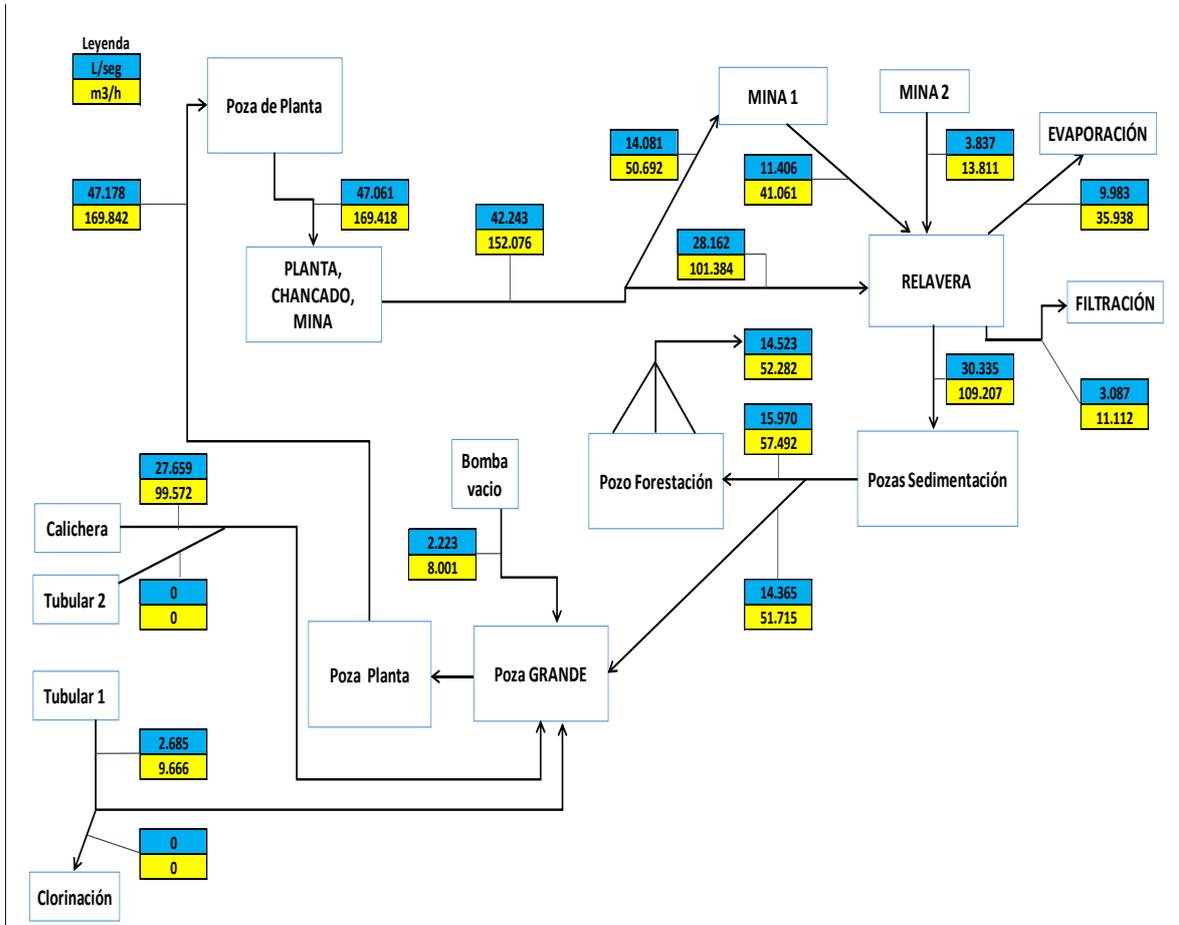
Instrucciones: Responder a las siguientes preguntas según corresponda y de manera objetiva.

1. ¿Ud. sabe qué es un impacto ambiental?
Si: ___; ¿Qué es?: _____
No:
2. ¿Ud. considera que los procesos mineros impactan al ambiente?
Si: ___
No:
3. ¿Ud. considera que la agricultura se ve impactada con los procesos mineros?
Si:
No: ___
4. ¿Ud. tiene conocimiento sobre la conformación de comités de vigilancia ambiental (control de la contaminación)?
Si: ___
No:
5. ¿Ud. considera que se generan metales pesados en concentraciones altas en la minería?
Si:
No: ___
6. ¿Ud. considera que el tratamiento de las aguas residuales de minería por procesos complementarios, es decir, asumiendo una mayor inversión a nivel empresarial traería un escenario de reducción de impactos ambientales?
Si:
No: ___
7. ¿Ud. considera que se podría llegar a un escenario de sostenibilidad tras la práctica de minería responsable?
Si:
No: ___

[Handwritten signature]



Anexo 11: Balance General del Agua.



Anexo 12: Lugar del vertimiento de efluentes en zonas de vegetación.



Anexo 13: Panel de Fotografías



Fotografía 01: impacto Ambiental causado por el vertimiento del efluente contaminado.



Fotografía 02: Impacto negativo por la presencia de alto contenido de Manganeso.



Fotografía 03: Toma de la muestra en la provincia de Huaral.



Fotografía 04: Efluente contaminado por la presencia de Manganeso.



Fotografía 05: los procesos mineros contaminando el agua.



Fotografía 06: Inspección de la zona afectada en la provincia de Huaral.



Fotografía 07: Toma de datos en la provincia de Huaral.



Fotografía 08: Equipo de jarras.



Fotografía 09: pH-metro



Fotografía 10: tratamiento del efluente contaminado en la Universidad Continental.



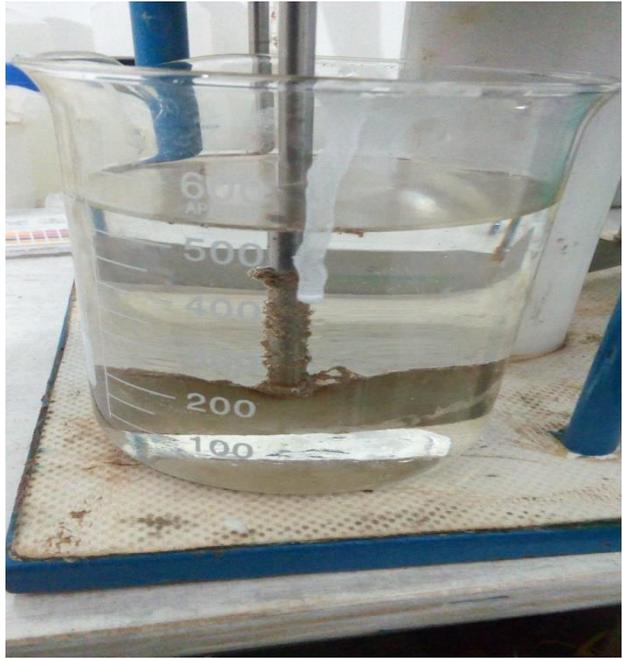
Fotografía 11: Filtración del agua tratada por el método de reducción-alcalinización.



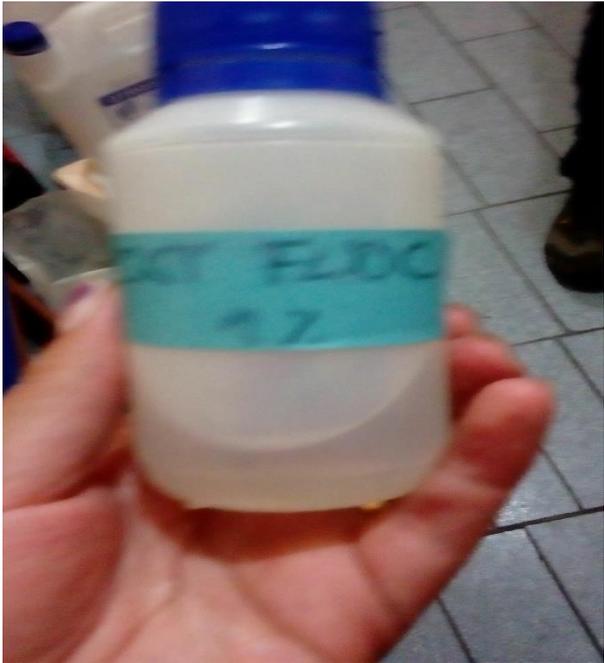
Fotografía 12: Muestra contaminada.



Fotografía 13: pH del Cal 10%.



Fotografía 14: Separación Sólido-Líquido.

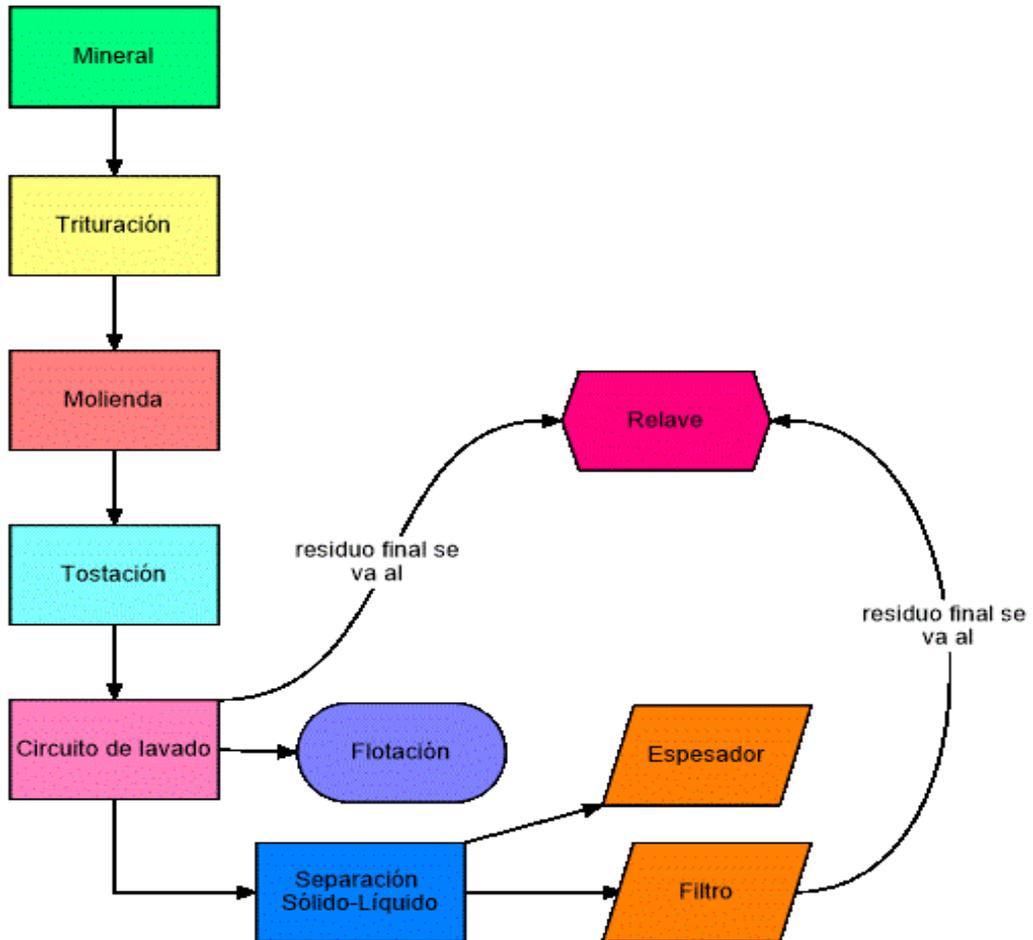


Fotografía 15: Coagulante.

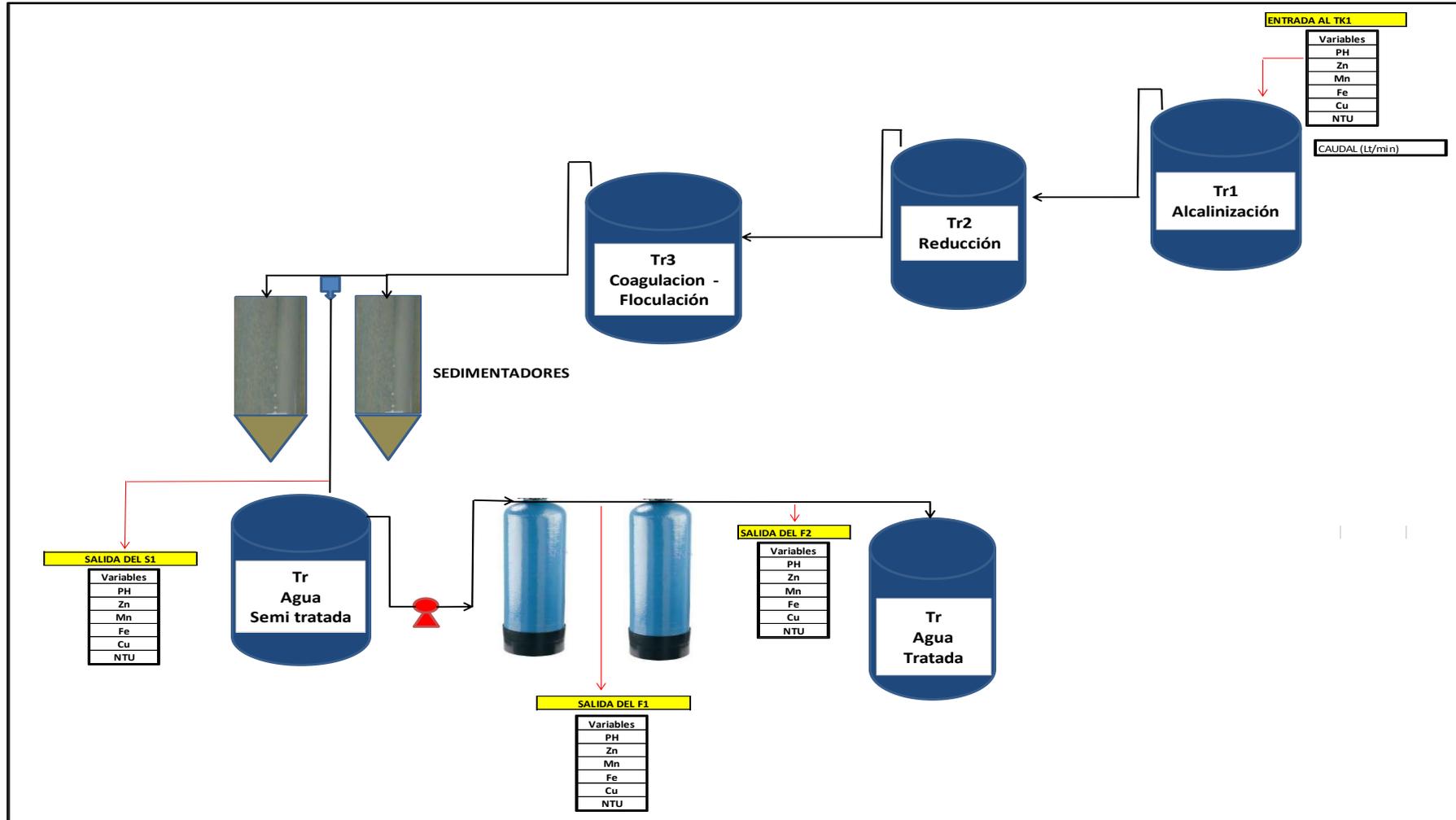


Fotografía 15: Agua Tratada por el método de reducción-alkalinización.

Anexo 14: Flujoograma de los Procesos de la Mina



Anexo 15: Grafica de Descripción del Proceso Planta



Anexo 16: Comparación de costos con otros tratamientos y reactivos.

A continuación, se presenta el cálculo de costos del tratamiento de reducción- alcalinización en base a pruebas realizadas, Caudal: 72 m³/h, lo que sería equivalente a 56,160 m³/mes.

Producto	Dosis (ml/L)	Consumo (Kg/mes)	Costo (US\$/Kg)	Costo Total (US\$)
NaOH	1.16	7,557	0.780	5,894.37
REDIMEX	0.89	6,248	1.800	11,246.04
ARCAFLOC C 80.5	2.63	1,477	5.0	7,385.04
ARCAFLOC F70	3.14	176	6.0	1,058.05
HCl	0.10	2,150	0.7	1,397.37
Total (US\$)				26,981
Costo (US\$/m³)				0.48

Costos de otra tesis por el tratamiento convencional de coagulación y floculación de la tesis de LAZO (16).

CONSUMO DE ALMACEN				COSTO POR CONSUMO			
CONSUMO MENSUAL UNIDAD		CONSUMO ANUAL UNIDAD		COSTO MENSUAL \$		COSTO ANUAL \$	
COAGULANTE SUPER PAC	FLOCULANTE MT 6505	COAGULANTE SUPER PAC	FLOCULANTE MT 6505	COAGULANTE SUPER PAC	FLOCULANTE MT 6505	COAGULANTE SUPER PAC	FLOCULANTE MT 6505
8	3	96	36	1997.6	307.5	23971.2	3690.0
8	3	96	36	1997.6	307.5	23971.2	3690.0
8	4	96	48	1997.6	410.0	23971.2	4920.0
8	4	96	48	1997.6	410.0	23971.2	4920.0
2	6	25	72	514.8	615.0	6177.6	7380.0
34	20	409	240	8505.2	2050.0	102062.4	24600.0

Anexo 17: Tabla de Resultados de las pruebas realizadas sin Tratamiento.

METAL	UNIDAD	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
Mn	mg/L	1.2503	1.1253	1.37	1.2524	6.728	5.2178	8.2564	3.876	4.1789	3.063

Anexo 18: Tabla de Resultados de las pruebas realizadas con Tratamiento.

METAL	UNIDAD	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
Mn	mg/L	0.0016	0.001	0.008	0.0065	0.008	0.0059	0.0102	0.0146	0.0178	0.0159