



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

**APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE UNA
INDUSTRIA CARTONERA UBICADA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-
ECUADOR**

AUTOR:

SAMANTHA MADELAINE AGUILAR SÁNCHEZ

TUTOR:

ING. VIRGILIO ORDOÑEZ RAMÍREZ, PHD.

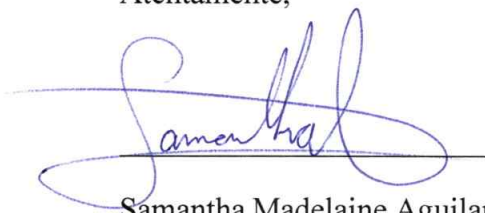
2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Samantha Madelaine Aguilar Sánchez con documento de identificación N° 0705029544 manifiesto que: Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 11 de agosto del año 2023

Atentamente,



Samantha Madelaine Aguilar Sánchez

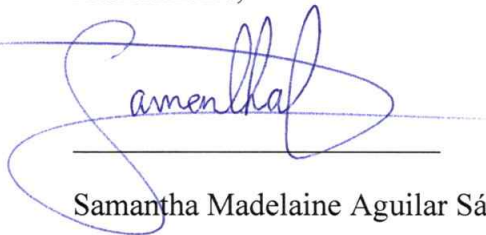
C.I. No. 0705029544

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Samantha Madelaine Aguilar Sánchez con documento de identificación No. 0705029544, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo experimental: “Aprovechamiento del agua residual industrial de una industria cartonera ubicada en la ciudad Guayaquil-Ecuador”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 11 de agosto del año 2023

Atentamente,



Samantha Madelaine Aguilar Sánchez

C.I. No. 0705029544

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Virgilio Ordoñez Ramírez con documento de identificación N° 0909780850, docente de la Universidad, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Aprovechamiento del agua residual industrial de una industria cartonera ubicada en la ciudad de Guayaquil-Ecuador, realizado por Samantha Madelaine Aguilar Sánchez con documento de identificación N° 0705029544, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 11 de agosto del año 2023



Ing. Virgilio Ordoñez Ramírez, Ph D

C.I. No. 0909780850

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios por permitirme llegar donde estoy, por cumplir otra meta más en mi vida, a mi familia por estar a mi lado apoyándome y dándome fuerzas para avanzar día a día.

También a una persona especial que estuvo conmigo los cuatro años Universitarios apoyándome, luchando juntos y enseñándome a lograr todas mis metas, quien no me dejó sola en ningún momento y gracias a él, he podido crecer y saber escuchar mi corazón.

Agradezco especialmente a mis sobrinas que son mi pilar para salir adelante y superarme cada día, sin ellos nada de esto hubiera sido posible, con su amor y locuras.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento hacia Dios por darme la paciencia y perseverancia para lograr culminar mi carrera universitaria.

Mi Madre, Julia Cecilia Sánchez Vera, por siempre ser mi apoyo y no dejarme sola cuando más lo necesita.

Mis Tíos por siempre estar presentes en mi vida y ser las personas que me inculcaron buenos valores y principios.

Mi hermana, Ingrid Yocasta Aguilar Sánchez por ser mi guía en mi vida universitaria, por enseñarme y aconsejarme.

Mi directora de Carrera, Ing. Carmen Palacios Limones por ilustrarme con su conocimiento, cuidarme y brindarme su calidez de madre en todo mi trayecto educativo.

Mi docente tutor, Ing. Virgilio Ordoñez Ramírez por tener paciencia para desarrollar este proyecto, por considerarme y abrirme las puertas en el mundo laboral, brindándome su calidez paterna y enseñándome que todo lo puedo lograr con educación, perseverancia y presencia, no tengo palabras para expresar el gran cariño y respeto que siento, le agradezco a Dios por cruzarme con una persona de gran corazón.

RESUMEN

El aprovechamiento del agua residual industrial para áreas verdes en una industria cartonera constituye una estrategia ecoeficiente que promueve la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en el sector manufacturero. Esta práctica implica toma de muestras, tratamientos e implementación del reúso de las aguas residuales generadas durante los procesos de producción de cartón, transformándolas en aprovechamiento en los espacios verdes dentro y alrededor de la instalación.

En primer lugar, las plantas de fabricación de cartón generan grandes volúmenes de agua residual como subproducto de sus operaciones, que típicamente contienen materiales orgánicos, químicos y sólidos en suspensión. En lugar de liberar estas aguas residuales en cuerpos de agua locales, la reutilización inteligente y responsable permite su tratamiento y posterior uso en el riego de jardines, áreas verdes y paisajes circundantes. Esto no solo reduce la carga sobre los cuerpos de agua, sino que también disminuye la demanda de agua potable. El tratamiento de las aguas residuales industriales implica varias etapas. Primero, el agua residual se somete a procesos físicos-químicos y microbiológicos para eliminar los contaminantes y poder purificarla. Luego, el agua cruda se almacena en tanques homogenizadores, se la trata y va a tanques de almacenamiento que distribuirá en sistemas de riego. Algunas industrias cartoneras también pueden implementar sistemas avanzados de filtración y desinfección para corroborar que el agua tratada cumpla con los estándares de calidad.

La aplicación de estas aguas tratadas en áreas verdes brinda diversos beneficios. Además de conservar recursos hídricos, el riego con agua residual tratada a menudo aporta nutrientes

adicionales al suelo, promoviendo un crecimiento más saludable de las plantas. Además, es un proceso de filtración natural que puede ayudar a purificar aún más el agua antes de que se reintegre al medio ambiente.

A nivel económico, el aprovechamiento del agua residual puede generar ahorros significativos en el consumo de agua potable, la mejora del entorno estético mediante áreas verdes bien mantenidas puede contribuir a la imagen positiva de la empresa.

Palabras Claves: Aguas Residuales, Aguas Crudas, Lechos de secado, Clarificador

ABSTRACT

The use of industrial wastewater for green areas in a cardboard industry is an eco-efficient strategy that promotes sustainability and environmental responsibility in the manufacturing sector. This practice involves sampling, treating and implementing the reuse of wastewater generated during cartonboard production processes, transforming it into green spaces in and around the facility.

First, paperboard manufacturing plants generate large volumes of wastewater as a by-product of their operations, typically containing organic materials, chemicals and suspended solids. Instead of releasing this wastewater into local water bodies, smart and responsible reuse allows for its treatment and subsequent use in the irrigation of gardens, green areas and surrounding landscapes. This not only reduces the load on water bodies, but also reduces the demand for potable water.

The treatment of industrial wastewater involves several stages. First, the wastewater undergoes physical-chemical and microbiological processes to remove contaminants and purify it. Then, the raw water is stored in homogenizing tanks, treated and goes to storage tanks that will distribute it to irrigation systems. Some cardboard industries may also implement advanced filtration and disinfection systems to ensure that the treated water meets quality standards.

The application of treated water in green areas provides several benefits. In addition to conserving water resources, irrigation with treated wastewater often provides additional nutrients to the soil, promoting healthier plant growth. It is also a natural filtration process that can help further purify water before it is released back into the environment.

Economically, wastewater reclamation can generate significant savings in potable water

consumption, and improving the aesthetic environment through well-maintained green areas can contribute to a company's positive image.

Key Words: Wastewater, Raw Water, Drying beds, Clarifier

TABLA DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO I	18
1.1 Introducción	18
Diagnóstico:	18
Identificación de oportunidades:	18
Diseño del proyecto:	19
Análisis económico:	19
Plan de implementación	19
Ejecución del proyecto:	19
Evaluación del proyecto:	19
1.2 Problemática	20
1.3 Delimitación	21
1.4 Justificación	21
1.5 Objetivos	22
1.5.1 Objetivo General	22
1.5.2 Objetivos Específicos	22
2. CAPÍTULO II	23
2.1 Fundamentación Teórica	23
2.2 Marco Legal	27

2.2.1	Constitución de la República del Ecuador	27
2.2	Código Orgánico del Ambiente.....	28
2.2.2	Reglamento al código orgánico del ambiente	28
2.2.3	Ley Orgánica de Salud.....	29
2.2.4	Acuerdo N° 061 Reforma del Libro VI del texto Unificado de Legislación secundaria 30	
2.2.5	Acuerdo N° 097-A Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2	31
3.	Capítulo III.....	34
3.1	Enfoque Investigativo	34
3.2	Investigación de Campo	34
4.	CAPÍTULO IV.....	43
4.1	Diagnóstico de la situación	43
4.2	Pruebas de tratabilidad	48
4.4.6	Tablas de los resultados de la tratabilidad N 3	72
4.6	Diagrama de Flujo Propuesto	78
4.6.1	Homogenizador.....	79
4.6.2	Clarificador	79
4.6.3	Filtración	79
4.6.4	Tanque de Almacenamiento	79

4.6.5	Lechos de Secado.....	79
4.7	Tamaño Óptimo del Proyecto	81
4.8	Descripción de Equipos y Materiales.....	82
4.9	Plan de Financiamiento	83
4.9.1	Terrenos y obras civiles	83
4.9.2	Maquinarias, Mobiliarios y equipos	83
4.9.3	Total, inversión fija inicial.....	84
4.9.4	Materiales directos.....	84
4.9.5	Mano de obra directa	85
4.9.6	Costos totales de producción	85
4.9.7	Capital de trabajo.....	86
5.	Conclusiones y Recomendaciones	87
5.1	Conclusiones	87
5.2	Recomendaciones.....	87
6.	Bibliografía	88
7.	Anexos	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planos de Imprentas y colectores de tintas hacia la planta de tratamiento. Samantha Aguilar Sánchez, 2023	43
Figura 2 Diagrama de flujos distribución de las imprentas hacia la planta de tratamiento.	43
Figura 3 Pruebas de test de Jarra.....	50
Figura 4 Mediciones de cantidad del agua residual industrial.	51
Figura 5 Tratabilidad de las aguas residuales en el floculador	52
Figura 6 Se añade reactivos a la muestra cruda	55
Figura 7 Sedimentación del agua residual industrial.	56
Figura 8 Medición del pH a la muestra cruda.....	57
Figura 9 Proceso de Sedimentación del agua tratada.....	58
Figura 10 Resultados de los análisis	62
Figura 11 Medición de pH a la muestra tratada.....	66
Figura 12 Proceso de sedimentación de los lodos.....	66
Figura 13 Diferencias entre muestra cruda y tratada	68
Figura 14 Muestra en proceso de sedimentación.	71
Figura 15 Diferencias de cada proceso físico-químico.....	71
Figura 16 Medición de pH con la muestra cruda.....	76
Figura 17 Diagrama de Flujo Propuesto.	78
Figura 18 Planos de la planta de tratamiento de las aguas residuales industriales.	81
Figura 19 Clarificación del agua residual,	90
Figura 20 Agua residual siendo tratada,.....	90

Figura 21 Muestra residual en proceso de sedimentar los lados.....	91
Figura 22 Se añadió reactivos para iniciar el proceso de coagulación y sedimentación	91
Figura 23 Se recolectó agua clarificada para la medición del pH.....	92
Figura 24 Se pesan los reactivos.	92
Figura 25 Plano otorgado por la empresa cartonera para distinguirla división en las imprentas.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Constitución de la República del Ecuador, Sección sexta Agua	27
Tabla 2 Código Orgánico del Ambiente, Cap V	28
Tabla 3 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente	28
Tabla 4 Ley Orgánica de Salud, Art 104	29
Tabla 5 Acuerdo N° 061, Art 6	30
tabla 6 PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO, Acuerdo Ministerial 097-A	33
Tabla 7 Matriz de los resultados de diagnóstico	36
Tabla 8 Matriz de análisis comparativos de cumplimiento	37
Tabla 9 Prueba de Tratabilidad	38
Tabla 10 Dimensiones de la Planta de Tratamiento	40
Tabla 11 Matriz de inversión en terreno y obra civil	40
Tabla 12 Matriz de maquinarias, mobiliarios y equipos	41
Tabla 13 Matriz de Valor de los materiales directos	41
Tabla 14 Matriz de obra directa	42
Tabla 15 Matriz de costos directos de la producción	42
Tabla 16 Matriz Capital de trabajo	42
Tabla 17 MATRIZ DE DIAGNÓSTICO DE LOS PARÁMETROS	45
Tabla 18 MATRIZ DE ANÁLISIS COMPARATIVOS DE CUMPLIMIENTO	47
Tabla 19 Resultados de las Prueba de Tratabilidad	59
Tabla 20 Resultados de prueba de tratabilidad 3	72
Tabla 21 Continuación de prueba de tratabilidad 3	72

Tabla 22 Tratabilidad 3	73
Tabla 23 Resultados de tratabilidad 3, continuación	73
Tabla 24 Últimos resultados de tratabilidad 3	74
Tabla 25 Matriz de resultados de los "parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, Acuerdo Ministerial 097-A,	77
Tabla 26 Planos de la planta de tratamiento de las aguas residuales industriales.....	82
Tabla 27 Plan de financiamiento tabla de terrenos y obras civiles.	83
Tabla 28 Maquinarias, Mobiliarios y equipos	83
Tabla 29 Total inversión fija inicial.....	84
Tabla 30 Materiales directos.....	84
Tabla 31 Mano de obra directa	85
Tabla 32 Costo totales de producción.....	85
Tabla 33 Capital de trabajo	86

1. CAPÍTULO I

1.1 Introducción

El presente proyecto se refiere, la metodología empleada para la elaboración del aprovechamiento del agua residual industrial en una Industria Cartonera, se aplicará una investigación tipo experimental, la unidad de análisis será una empresa de fabricación de cartón corrugado ubicada en la Ciudad de Guayaquil.

La investigación de esta problemática ambiental se realizó por el interés de buscar una alternativa más óptima para una empresa y reducir costos del consumo de los servicios básicos, siendo más factible a nivel ambiental y económico.

La técnica de recolección de datos usados será: a través de monitoreos de campo en la fuente de generación de agua residual industrial, evaluaciones experimentales físicas, químicas y tratabilidad de los procesos de depuración en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora sede Guayaquil.

Los instrumentos experimentales de recolección de muestras de agua residual fueron GPS, toma de muestras del agua residual industrial, análisis del agua tratada, equipos de medición como pH, Termómetro, experimentación físico-química (test de jarra), las muestras serán almacenadas en botellas previamente esterilizadas.

Para desarrollar este proyecto, se puede seguir la siguiente metodología:

Diagnóstico: se debe realizar un análisis de la situación actual de la empresa en relación con el manejo del agua residual. Es importante conocer la cantidad de agua que se utiliza, la calidad del agua que se descarga y los problemas ambientales asociados con la descarga del agua residual sin tratar.

Identificación de oportunidades: se debe identificar oportunidades de mejora para el manejo del agua residual. En este caso, la oportunidad identificada es el aprovechamiento del agua

residual para el riego de áreas verdes.

Diseño del proyecto: se debe diseñar el proyecto de aprovechamiento del agua residual. Esto incluye definir las características del sistema de tratamiento de agua residual y la infraestructura necesaria para el riego de las áreas verdes y administrativas.

Análisis económico: se debe realizar un análisis económico del proyecto para evaluar su viabilidad. Se debe considerar los costos asociados con el tratamiento del agua residual, la infraestructura necesaria para el riego y los beneficios económicos asociados con la reducción de costos de agua potable y la mejora del medio ambiente.

Plan de implementación: se debe desarrollar un plan detallado de implementación del proyecto. Esto incluye la definición de los plazos, los responsables y los recursos que sean necesarios para lograr implementarlo en el proyecto.

Ejecución del proyecto: ejecutar el plan de implementación del proyecto y monitorear su avance. Es importante asegurarse de que están cumpliendo los plazos establecidos y que se están utilizando los recursos de manera eficiente.

Evaluación del proyecto: se debe realizar una evaluación del proyecto para medir su impacto e identificar oportunidades de mejora. Es importante evaluar el desempeño del sistema de tratamiento de agua residual, el impacto en la reducción de costos y el impacto en el medio ambiente.

La tratabilidad del agua residual industrial se va aplicar mediante un método físico-químico. Siguiendo esta metodología, se puede desarrollar un proyecto de aprovechamiento del agua residual en áreas verdes y administrativas de una industria cartonera de manera eficiente y efectiva.

Se explica de forma concreta la metodología a utilizar, se expone los métodos y técnicas.

En resumen, la tesis sobre el aprovechamiento de agua residual industrial en una industria cartonera busca abordar el desafío de minimizar el impacto ambiental aprovechando la gran mayoría de agua tratada. Buscar soluciones de tratamiento y reutilización que ayuden a economizar costos y no contaminar los recursos hídricos, fomentar la reutilización del agua tratada, existiendo alternativas que van ayudar a reducir la contaminación y mejorar la sostenibilidad en el sector industrial cartonero.

1.2 Problemática

El Problema de estudio de este proyecto podría ser el impacto negativo que tiene el vertido de aguas residuales industriales sobre el ambiente, en particular sobre los cuerpos de agua cercanos, además, el uso excesivo del agua en las operaciones industriales puede contribuir a la escasez de agua en la zona.

El propósito principal del proyecto es el aprovechamiento de estas aguas residuales industriales para la reutilización en áreas verdes dentro de la Empresa Cartonera. Esto tendría un doble beneficio: reducir el impacto ambiental, disminuir el costo del consumo del agua potable y aumentar la eficiencia de la planta de tratamiento.

Para abordar este problema, se debería realizar un estudio exhaustivo de las características y composición del agua residual generada por la industria, así como de las necesidades de agua de las áreas verdes en cuestión. Se debería evaluar la viabilidad técnica y económica de las alternativas de tratamiento de las aguas para poder reutilizar, mencionando aspectos como la calidad del agua tratada, los costos de operación, mantenimiento.

1.3 Delimitación

La empresa se encuentra ubicada al Noreste de la ciudad de Guayaquil, en la zona del Puerto Marítimo, sector industrial de la Parroquia Ximena

1.4 Justificación

La presente investigación está dirigida al aprovechamiento del agua residual industrial, donde la unidad de análisis es una fuente importante de generación de agua residual industrial, y la gestión adecuada de este residuo es esencial para reducir el impacto hacia la fuente de agua. La reutilización puede ayudar a reducir cantidad del agua donde es vertida, o que se utiliza para fines no potables.

Los beneficios económicos se derivan del aprovechamiento de las aguas residuales que puede reducir los valores de las facturas de agua potable, ya que se puede reutilizar el agua para otros fines como el riego de áreas verdes.

En resumen, la tesis sobre el aprovechamiento de agua residual industrial en una industria cartonera busca abordar el desafío de minimizar el impacto ambiental causado por la generación de aguas residuales industriales. Buscar soluciones de tratamiento y reutilización que ayuden a la reutilización del agua tratada, existiendo alternativas que van ayudar a reducir la contaminación y mejorar la sostenibilidad en el sector industrial cartonero.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de aprovechamiento del agua residual industrial mediante tratabilidad y evaluación físico, químico y microbiológico para ser usada en las áreas verdes.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el agua residual generada por la Industria Cartonera mediante la evaluación física química y microbiológica para determinar su potencial en el reúso.
- Ejecutar las pruebas de tratabilidad mediante mecanismos físico químicos para identificar la mejor alternativa.
- Precisar el beneficio de la propuesta mediante un análisis costo beneficio para verificar su viabilidad en la unidad de análisis.

2. CAPÍTULO II

2.1 Fundamentación Teórica

Según Jessica Nasamues El motivo principal de tratar las aguas residuales es cuidar la salud pública y el medio ambiente. Si las aguas residuales no son tratadas y se vierten directamente ríos, lagos o mares, es bastante probable introducir elementos de contaminación que acaben produciendo importantes daños ecológicos en el entorno ambiental y enfermedades de salud pública. (Nasamues, 2021)

Realizan un estudio sobre la procesabilidad de los lodos residuales de la industria del cartón para conocer mucho más sobre la atención y actitud brindada estos desechos peligrosos.

El agua de la industria del cartón se suele utilizar en procesos como la producción de limpieza de máquinas, adhesivos y otros, lo que provoca cierta contaminación y alteraciones, que pueden afectar a las personas, incluidos los aguas en las inmediaciones, y en consecuencia, supone un desequilibrio ambiental, económico y social.

Estas referencias ofrecen información valiosa sobre oportunidades para mejor como el aprovechamiento del agua residual industrial de la unidad de análisis de estudio.

Puede proporcionar directrices y regulaciones relacionadas con el uso de aguas residuales industriales o el deshecho de los lodos, lo que puede ser útil para comprender el contexto y la importancia del proyecto.

El agua residual industrial es dañina por lo tanto contamina el cuerpo de agua que se vaya a verter, por ese motivo existen varios procesos físicos-químicos que disminuyen la cantidad de contaminantes encontrados en ella.

Jennifer Sara, directora global de la Práctica Global de Agua del Banco Mundial. “Una vez tratadas, las aguas residuales pueden utilizarse para reemplazar el agua dulce para riego,

procesos industriales o fines recreativos. También pueden usarse para mantener el flujo ambiental, y los productos derivados de su tratamiento pueden generar energía y nutrientes”. Se podría considerar una alternativa para economizar los costos de los servicios básicos en la industria, permitiendo ahorrar económicamente y reutilizar recursos naturales utilizados en la planta de cartón.

Mediante el proceso físico- químico llamado “Test de Jarra” podemos observar el resultado de una clarificación exacta y así constatar la calidad del agua, donde se tratará el agua y se analizarán parámetros para el agua en riego agrícola.

El tratamiento de agua potable incluye procesos de coagulación y floculación, donde se utilizan sulfato de aluminio, floculantes o coagulantes que eliminan las partículas en suspensión que se encuentran en el agua tratada, lo que provocan la turbidez del agua.

Se realizan innumerables estudios sobre la calidad, turbidez, etc. del agua de riego para evaluar y definir los parámetros necesarios para determinar sus propiedades físicas y químicas.

Se cree que los criterios de clasificación del agua de riego no pueden ser estrictos y deben basarse en las circunstancias de cada caso.

Test de Jarra:

El test de jarra es una prueba que puede dar a conocer cómo se coagula y clarifica el agua. La mayoría de las simulaciones requieren más de dos recipientes, varios tipos de productos químicos y dosis.

Este Test permite encontrar dosis precisas de coagulante, floculante, sulfatos o más reactivos para el proceso de tratabilidad.

La muestra de agua a procesar debe ser el agua cruda que se va a tratar. Esta reacción química

nos ayuda a clarificar el agua para lograr determinar los contaminantes existentes del agua cruda y cómo manejarlos.

Podemos concluir que la prueba de jarra es una prueba importante a escala de laboratorio para realizar procesos de clarificación físico-química del agua.

Clarificación:

Elimina las impurezas del agua, pueden ser físicas, químicas o biológicas, es necesario comenzar con procesos físico-químicos que permitan acelerar la sedimentación y remoción.

Los procesos físico-químicos inician gracias a la coagulación, las etapas son importantes para poder clarificar el agua. La coagulación se logra añadiendo las sustancias químicas lo que permite sedimentar los lodos, después de lo cual la sustancia química floculante se une a los sólidos suspendidos inestables, aumentando su masa y haciendo que se asienten.

El tratamiento físico-químico incluye varios objetivos, se destacan los siguientes:

- Reducir de sólidos suspendidos y materia orgánica
- Cargas contaminantes que se controlan en la entrada de los tratamientos.
- Estabilización de cargas contaminantes para impedir el acceso a tratamientos biológicos.
- Eliminación del compuesto de fósforo.
- Formación de lodos.

Cuando se diseña la planta se busca el tiempo óptimo que debe permanecer el agua en reposo por cada fase del tratamiento para que el reactivo químico tenga efectividad mejorando la calidad del agua (clarificación y reducción de metales entre otros), por ello dependiendo el tipo de planta, se usa un vaso en el test de jarras que simule el mismo proceso, si se trata de una planta vertical (vasos cilíndricos) o una horizontal (se recomienda usar vasos acrílicos

cuadrados)

La ubicación de las patelas debe ser a centro de la misma y la altura la definen en el proceso no obstante no puede quedar demasiado baja porque dañaría el proceso y no muy arriba porque no genera bien la mezcla.

Otros factores tener en cuenta:

- Evaluación de la dimensión de floc con un grado numérico
- Tiempo desde la adición de productos químicos hasta la primera aparición de flóculos
- Evaluación de la turbidez residual del sobrenadante, luego de un determinado tiempo de sedimentación, mediante turbidímetro.
- Medición del potencial electrocinética de partículas suspendidas en una muestra tomada inmediatamente después de la adición y mezcla de productos químicos.
- Evaluación de la filtrabilidad del agua clarificada mediante filtros de membrana estandarizados bajo presión. La reducción del caudal de agua está relacionada con el grado de obstrucción de los filtros debido a las materias suspendidas residuales sin decantar. (YARETH QUIMICOS LTDA, 2023)

Los coagulantes son reactivos que comienzan a reaccionar al contacto con los químicos y los componentes encontrados en el agua.

Los coagulantes minimizan partículas que están suspendidas o cargadas en el agua. Los coagulantes que más se utilizan son el sulfato de aluminio o floculación.

Factores que influyen en la coagulación:

pH: Se altera al encontrarse con los reactivos, el ph sube lo que permite coagular de mejor manera.

Agitación: La eficiencia del proceso es en un solo paso, permite al floc incorporarse y

completar la condensación

Tamaño de partícula: las partículas varían dependiendo la mezcla de reactivos y la reacción a la mezcla total

Temperatura del agua: Se altera estando encontrada en el ambiente o a temperaturas bajas.

2.2 Marco Legal

Este principio define los siguientes aspectos de la ley, podemos ver que se aplica en el Ecuador, para cualquier uso de aguas residuales industriales. Por ello, es importante revisar los límites permitidos por cada aplicación y los requisitos según el tipo de estudio. es necesario conocer las leyes nacionales del Ecuador en materia de aguas residuales industriales.

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

De acuerdo con La Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial N° 499 del 20 de octubre del año 2008. Indica que el Estado vela por la protección de los recursos hídricos, o todo componente que se encuentre con el ciclo hidrológico. Las actividades que puedan afectar la calidad y cantidad del agua serán reguladas por la autoridad competente

Tabla 1 Constitución de la República del Ecuador, Sección sexta Agua

Art.	Sección sexta agua	411	El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua
------	--------------------------	-----	--

Fuente: La autora

2.2 Código Orgánico del Ambiente

Tabla 2 Código Orgánico del Ambiente, Cap V

Art.	Capítulo V, Calidad de los componentes abióticos y estado de los componentes bióticos	196	El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua
------	--	-----	--

Fuente: La autora

2.2.2 Reglamento al código orgánico del ambiente

Decreto Ejecutivo 752

Registro Oficial Suplemento 507 de 12-jun.-2019

Estado: Vigente

Según El Reglamento al Código orgánico del ambiente, cuenta como prohibición el disponer los desechos peligrosos o residuos en las áreas naturales que sean reconocidas como Áreas Protegidas, existan especies en conversación, dominio hídrico y todo tipo de cuerpos de agua.

Tabla 3 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

Art.	Sección sexta agua	613 lit b)	Disponer residuos o desechos peligrosos y/o especiales en áreas naturales que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, áreas especiales para la conservación de la biodiversidad, Patrimonio Forestal Nacional, ecosistemas frágiles, en el dominio hídrico público, aguas marinas, playas, en las vías públicas, patios, predios, solares, quebradas o en
------	--------------------------	------------------	--

cualquier lugar no autorizado

Fuente: La Autora

2.2.3 Ley Orgánica de Salud

Suplemento del Registro Oficial No. 423, 22 de diciembre 2006

Normativa: Vigente

Última Reforma: Segundo Suplemento del Registro Oficial 53, 29-IV-2022

Capítulo II

La Ley orgánica de la Salud estipula que, los establecimientos industriales o comerciales deberán contar con las instalaciones de plantas de tratamientos para aguas residuales industriales, con el fin de tratar las aguas residuales que se utilizan en las instalaciones y así evitar la contaminación a los cuerpos de aguas cercanos.

Tabla 4 Ley Orgánica de Salud, Art 104

Art.	Sección de los Desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes	104	(Reformado por el num. 4, de la Disposición Reformativa Primera del Código Orgánico del Ambiente, R.O. 983-S, 12-IV-2017).- Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades
------	--	-----	---

Fuente: La autora

**2.2.4 Acuerdo N° 061 Reforma del Libro VI del texto Unificado de Legislación
secundaria**

TÍTULO III DEL SISTEMA ÚNICO DE MANEJO AMBIENTAL CAPÍTULO I RÉGIMEN
INSTITUCIONAL

El Acuerdo N° 061 Reforma del Libro VI del texto Unificado de Legislación Secundaria menciona, toda obra que implique o cause impactos ambientales lo que conlleva a someterse al Sistema Único de manejo Ambiental. Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental deben planificarse e implementarse con base en los principios de desarrollo sostenible, justicia, participación social, representatividad validada, coordinación, preparación, prevención, mitigación y resolución de efectos negativos, responsabilidad compartida, solidaridad, cooperación y minimización de residuos. , valorización, reciclaje y aprovechamiento de residuos, conservación de los recursos naturales en general, utilización de tecnologías limpias, tecnologías alternativas ambientalmente sostenibles, buenas prácticas ambientales y respeto a las culturas y prácticas tradicionales y ancestrales. Asimismo, se debe considerar el impacto ambiental de cualquier producto, producido industrialmente o no, durante su ciclo de vida.

Tabla 5 Acuerdo N° 061, Art 6

Art.	Título III Sistema Único de Manejo Ambiental Capítulo I Regimen Institucional	6	Toda obra, actividad o proyecto nuevo y toda ampliación o modificación de los mismos que pueda causar impacto ambiental, deberá someterse al Sistema Único de Manejo Ambiental, de acuerdo con lo que establece la legislación aplicable, este Libro y la normativa administrativa y técnica expedida para el efecto. Toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los
------	---	---	--

principios de sustentabilidad, equidad, participación social, representatividad validada, coordinación, precaución, prevención, mitigación y remediación de impactos negativos, corresponsabilidad, solidaridad, cooperación, minimización de desechos, reutilización, reciclaje y aprovechamiento de residuos, conservación de recursos en general, uso de tecnologías limpias, tecnologías alternativas ambientalmente responsables, buenas prácticas ambientales y respeto a las culturas y prácticas tradicionales y posesiones ancestrales. Igualmente deberán considerarse los impactos ambientales de cualquier producto, industrializados o no, durante su ciclo de vida.

Fuente: La autora

2.2.5 Acuerdo N° 097-A Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2

El acuerdo Ministerial 097-A, establece una guía permanente a todos los usuarios respecto a los criterios que deben ser observados en la calidad de agua según la fuente de agua y los usos a darle, así como también hacia la fuente de la descarga, esto es agua dulce, agua salobre, sistemas de alcantarillado. También se encuentran los criterios de calidad a observarse para suelo y aire.

Este Acuerdo reformado del Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica establece los criterios de calidad que debe cumplir el agua para su uso en la actividad del riego, la que se vierte en la irrigación de cultivos para consumo humano. Estos criterios se encuentran en las Tablas No 3 y No 4 de este texto, las mismas que fueron usadas como referente para el proceso de Tratabilidad del agua residual

de la unidad de análisis.

Tabla 6 CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRICOLA, Acuerdo Ministerial 097-A

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRICOLA			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Película Visible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr ⁶⁺	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/ l	0, 2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	(SO ₄) ²⁻	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

tabla 6 PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO, Acuerdo Ministerial 097-A

PROBLEMAPOTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN *		
		Ninguno	Ligero Moderad o	Sever o
Salinidad: (1)	<u>milimhos/cm</u>	<u>0,7</u>	<u>0,7-3,0</u>	<u>>3,0</u>
<u>CE (2) SDT</u>	<u>mg/l</u>	<u>45</u>	<u>450-2000</u>	<u>>2000</u>
(3)		<u>0</u>		
Infiltración: (4)				
<u>RAS=0-3yCE=</u>		<u>0, 7</u>	<u>0, 7-0, 2</u>	<u><0, 2</u>
<u>RAS=3-6yCE=</u>		<u>1, 2</u>	<u>1, 2-0, 3</u>	<u><0, 3</u>
<u>RAS=6-</u>			<u>3 1,9<0</u>	<u><0,5</u>
<u>RAS=12-</u>		<u>2,9</u>	<u>2,9-1, 3</u>	<u><1,3</u>
<u>20yCE=</u>		<u>5,0</u>	<u>5,0-2, 9</u>	<u><2, 9</u>
Toxicidad por iones específicos (5) Sodio:	<u>meq/l</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0-9,0</u>	<u>>9</u>
<u>Irrigación superficial RAS (6)</u>	<u>meq/l</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>	<u>>10</u>
<u>Aspersión</u>	<u>meq/l</u>	<u>4,0</u>	<u>4,0-10,0</u>	
Cloruros:	<u>meq/l</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0 0,7-</u>	<u>>3</u>
<u>Irrigación superficial</u>	<u>mg/l</u>	<u>0,7</u>	<u>3,0</u>	
<u>Aspersión</u>				
Boro:				
Efectos misceláneos				
(7) Nitrógeno (N< NO3<	<u>mg/</u>	<u>5,0</u>	<u>5,0-30,0</u>	<u>>30</u>
) Bicarbonato (HCO3<	<u>l</u>	<u>1,5</u>	<u>1,5-8,5</u>	<u>>8,5</u>
Soloaspersión	<u>meq</u>			
	<u>l</u>			
pH	Rango normal		6,5-8,4	

* Es el grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

3. Capítulo III

Materiales y Métodos

3.1 Enfoque Investigativo

El presente proyecto de investigación es de tipo experimental, que se basa en la reutilización del agua residual industrial de una Industria Cartonera ubicada en la ciudad de Guayaquil, donde se aprovechará su agua tratada para el uso de riego agrícola en las mismas instalaciones, optimizando recursos y costos de la empresa.

3.2 Investigación de Campo

El presente proyecto experimental tiene como objetivo, caracterizar el agua residual generada por la Industria Cartonera mediante la evaluación física química y microbiológica para determinar su potencial en el reúso.

Ejecutar las pruebas de tratabilidad mediante mecanismos físico químicos para identificar la mejor alternativa.

Precisar el beneficio de la propuesta mediante un análisis costo beneficio para verificar su viabilidad en la unidad de análisis.

La información adquirida luego de hacer nuestra tratabilidad con el agua residual, nos permitirá poder regirnos a los análisis y las tablas utilizadas del “Acuerdo N° 097-A Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2” donde establece que para poder implementar el uso del agua residual industrial previamente tratada al riego agrícola (o áreas verdes) nos debemos regir a la tabla 3 y 4.

3.3 Elaboración del diagnóstico

Para la realización del diagnóstico se inició con la inspección visual para establecer las fuentes generadoras de agua residual, este reconocimiento se lo realiza con la responsable de la planta de tratamiento, se revisó toda la información técnica disponible, se recolectó información de todo el antecedente de las aguas tratadas y se realizaron diálogos con el personal técnico operativo de la unidad y finalmente se elaboró un plano de todas instalaciones así como también se elaboró el diagrama de flujo de las aguas residuales que se generan de la actividad de impresión de arte en los cartones corrugados.

3.4 Matriz de los resultados de diagnóstico

Tabla 7 Matriz de los resultados de diagnóstico

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DE DIAGNÓSTICO				
PARÁMETROS	ANÁLISIS AGUA CRUDA	ANÁLISIS AGUA TRATADA	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL ACUERDO MINISTERIAL 097-A TABLA 3	CUMPLE SI/NO
Temperatura				
Ph				
Aceites y grasas				
Aluminio				
Arsénico				
Berilio				
Boro				
Cadmio				
Cinc				
Cobalto				
Cobre				
Coliformes Fecales				
Cromo				
Flúor				
Hierro				
Huevos parásitos				
Litio				
Materia Flotante				
Mercurio				
Manganeso				
Molibdeno				
Níquel				
Nitritos				
Oxígeno disuelto				
Plomo				
Selenio				
Sulfatos				
Vanadio				

Fuente: Elaborado por la autora.

Para presentar los resultados de las pruebas del agua cruda sin tratar al inicio del proceso, se reportará en la siguiente tabla:

3.5 Matriz de Análisis Comparativos de Cumplimiento

Para presentar los resultados de las pruebas del cumplimiento del agua se reportará en la siguiente tabla:

Tabla 8 Matriz de análisis comparativos de cumplimiento

MATRIZ DE LOS PARÁMETROS DE DIAGNÓSTICO				
PARÁMETROS	ANÁLISIS DEL AGUA CRUDA	ANÁLISIS DEL AGUA TRATADA	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL ACUERDO MINISTERIAL 097-A TABLA 3	CUMPLE SI/NO
SALINIDAD				
Ce (2) SDT (3)				
AEAS= 0-3YCE=				
RAS=3-6YCE=				
RAS=6-				
RAS=12-				
20YCE=				
TOXICIDAD POR IONES				
ESPECÍFICOS (5) SODIO=				
IRRIGACION SUPERFICIAL RAS (6)				
ASPERSIÓN				
CLORUROS				
NITRÓGENO (N NO3)				
BICARBONATO (HCO3) SOLO ASPERSIÓN				
pH				

Fuente: La autora

3.6 Pruebas de Tratabilidad

Para la ejecución de las pruebas de Tratabilidad se lo realizó mediante ensayos de test de jarra, los resultados fueron reportados en la siguiente matriz:

Tabla 9 Prueba de Tratabilidad

PRUEBA DE TRATABILIDAD										
Número	Dosis de cal	Dosis de Sulfato	Dosis de Floculante	Indice de Wilcomb	Turbidez UTN		Ph		Temperatura °c	
					Inicial	Final	Ph inicial	Ph final	Inicial	Final
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Fuente: La autora

3.7 Materiales requeridos para la tratabilidad

- Floculador de 6 puestos
- 8 vasos precipitados de 1000ml
- Sulfato de aluminio al 10% $Al_2(SO_4)_3$
- Floculante
- Muestra cruda de tinta

- Potenciómetro
- Cal al 4%
- Agua destilada
- 2 pipetas de 10 ml
- Guantes
- Balanza
- Alcohol
- Papel filtro
- Carbón activo

3.8 Presentación de la propuesta

Para la presentación de la propuesta se elaboró un diagrama de flujo, un plano en autocad con dimensiones, plan financiero que preciso los costos de; inversión en terreno y obra civil, maquinaria, mobiliarios y equipos, el valor de la inversión fija total, el valor de los materiales directos, la definición del valor de la mano de obra directa, los costos directos de producción, capital de trabajo.

3.8.1 Tabla de Dimensiones del Plano para la Planta de Tratamiento

Tabla 10 Dimensiones de la Planta de Tratamiento

EQUIPOS Y MATERIALES	VOLUMEN Y DIMENSIONES
TANQUE HOMOGENIZADOR	
TANQUE CÓNICO CLARIFICADOR	
TANQUE FILTRACIÓN	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
LECHO DE SECADO	
TUBERÍAS, ACCESORIOS, VÁLVULAS Y BOMBAS CENTÍFUGAS	

Fuente: La autora

3.8.2 Plan financiero

Inversión en terreno y obra civil

Tabla 11 Matriz de inversión en terreno y obra civil

TERRENOS Y OBRAS CIVILES			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
		metros cuadrados	
Terreno			
Contrapiso			
Puntos de agua			
Techado			
Puntos de Luz			
Instalación de puntos eléctricos			
TOTAL			

Fuente: La autora

3.8.3 Maquinaria. Mobiliarios y equipos

Tabla 12 Matriz de maquinarias, mobiliarios y equipos

MAQUINARIAS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Tanques de acero inox AISI-304			
Tanques de acero inox AISI-304			
Tanques de acero inox AISI-304			
Lechos de secado de Hormigón			
Tuberías PVC presión, accesorios, válvulas y mano de obra			
Bomba Centrífuga			
TOTAL			

Fuente: La autora

3.8.4 Valor de la inversión fija total

INVERSION FIJA TOTAL			
REF.	CONCEPTO	VALOR	%
ANEXO 1	TERRENOS Y OBRAS CIVILES		
ANEXO 2	MAQUINARIAS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS		
ANEXO 3	OTROS ACTIVOS		
	TOTAL		

Fuente: La autora

3.8.5 Valor de los materiales directos

Tabla 13 Matriz de Valor de los materiales directos

MATERIALES DIRECTOS			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Sulfato de Aluminio			
Cal al 4%			
Floculante			
Antracita			
TOTAL			

Fuente: La autora

3.8.6 Mano de obra directa

Tabla 14 Matriz de obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Empleados			
Operarios			
TOTAL			

Fuente: La autora

3.8.7 Costos directos de la producción

Tabla 15 Matriz de costos directos de la producción

COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Mantenimiento			
Energía			
Servicios			
TOTAL			

Fuente: La autora

3.8.8 Capital de trabajo

Tabla 16 Matriz Capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO		
CONCEPTO	VALOR	%
MATERIALES DIRECTOS		
LABOR DIRECTA		
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION		
COSTO INDIRECTO DE PRODUCCION		
GASTOS ADMINISTRATIVOS		
TOTAL		

Fuente: La autora

4. CAPÍTULO IV

Resultados y Discusión

4.1 Diagnóstico de la situación

En la industria cartonera en el área de imprenta se utilizan tintas para la elaboración de los logos y señaléticas de acuerdo a las especificaciones del cliente, los cuales son realizados en las impresoras. El agua residual de la actividad de la imprenta se genera de la limpieza de los reservorios de la tinta y de la impresora, son dirigidas a unas canaletas que se encuentran alrededor de las impresoras, cada imprenta almacena cantidades las tintas que conectan a los pozos, cuentan con un sensor de carga y descarga donde especifica que han llegado a su límite alto y bajo y el operador se encarga de bombear las tintas hacia el colector número 1 u homogenizador de la Planta de tratamiento, ahí se acumulan toda la cantidad de agua residual contaminada con las tintas utilizadas en las impresoras y comienza el proceso de tratabilidad.

Figura 1 Planos de Imprentas y colectores de tintas hacia la planta de tratamiento. Samantha Aguilar Sánchez, 2023

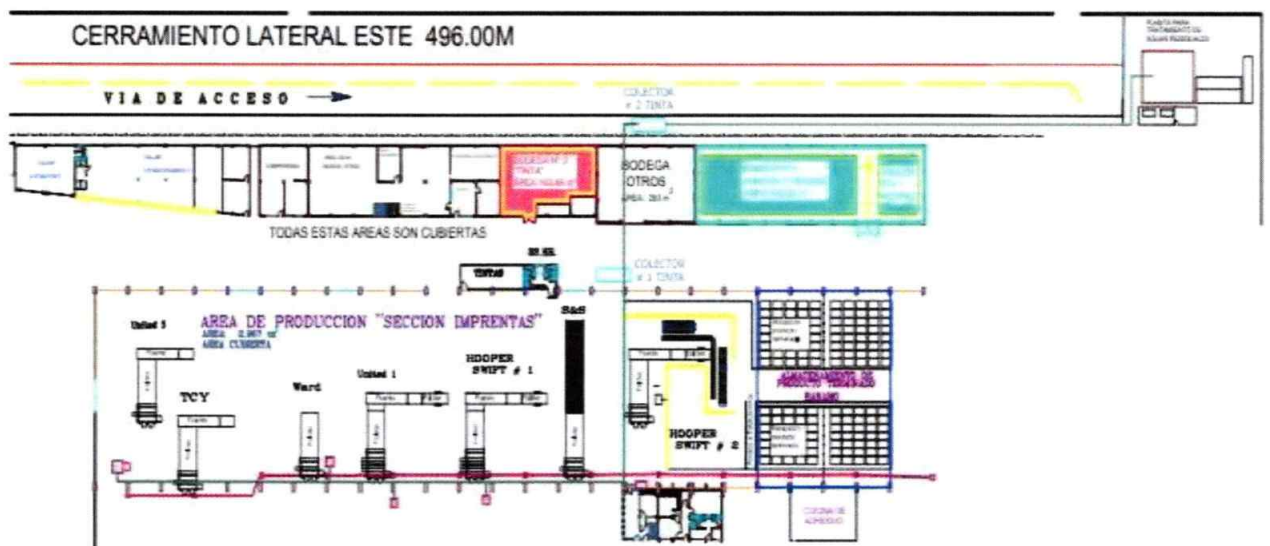
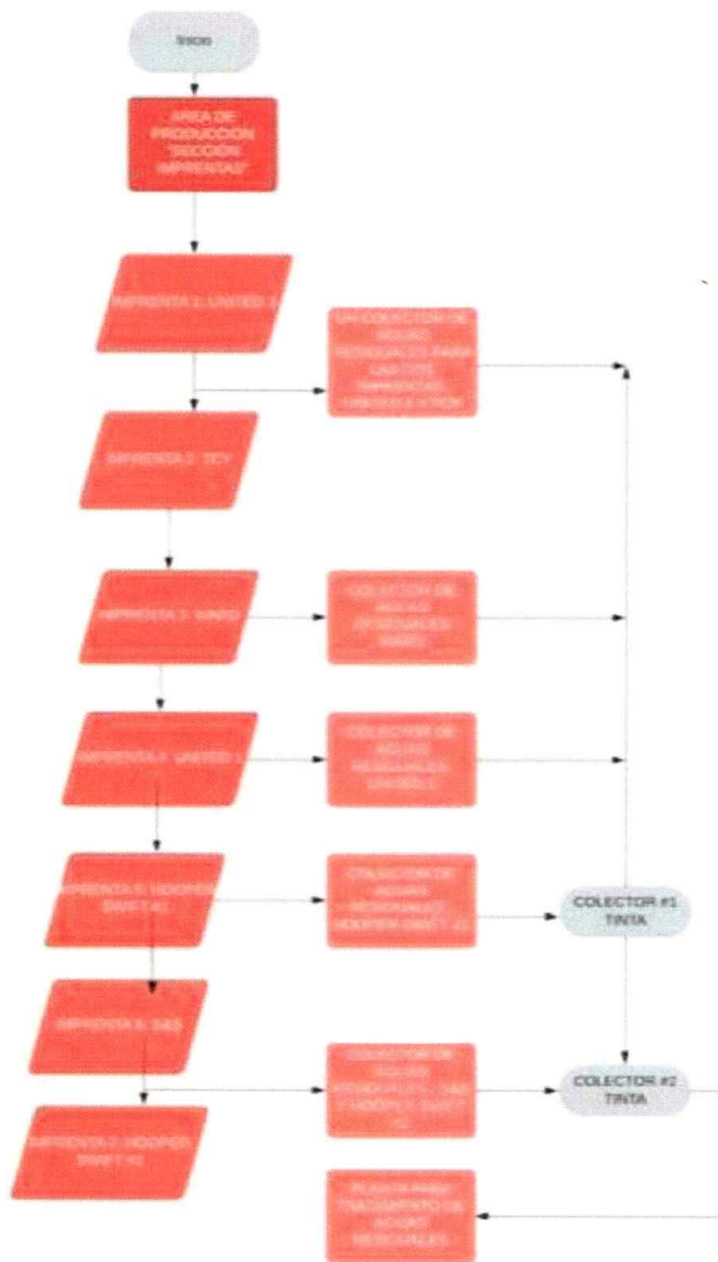


Figura 2 Diagrama de flujos distribución de las imprentas hacia la planta de tratamiento.



Fuente: La autora

Tabla 17 MATRIZ DE DIAGNÓSTICO DE LOS PARÁMETROS

MATRIZ DE LOS PARAMETROS DE DIAGNÓSTICO				
PARÁMETRO	ANÁLISIS DEL	ANÁLISIS DEL	LÍMITES	CUMPL
S	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	MÁXIMOS	E SI/NO
			PERMISIBLES	
			DEL ACUERDO	
			MINISTERIAL	
			097-A TABLA 3	
Temperatura	26°C	26°C	-	-
pH	8.06	8.0	6-9	SI
Aceites y grasa	ND	ND	ND	SI
Aluminio	5.05mg/l	5.00mg/l	5.0mg/l	NO
Arsénico	0.3mg/l	0.2mg/l	0.1mg/l	NO
Berilio	0.2mg/l	0.2mg/l	0.1mg/l	NO
Boro	0.90mg/l	0.80mg/l	0.75mg/l	NO
Cadmio	0.07mg/l	0.07mg/l	0.05mg/l	NO
Cinc	2.4mg/l	2.1mg/l	2.0mg/l	NO
Cobalto	0.03mg/l	0.02mg/l	0.01mg/l	NO
Cobre	0.7mg/L	0.5mg/L	0.2mg/L	NO
Coliformes	1100NMP/100m	1050NMP/100m	1000NMP/100m	NO
Fecales	1	1	1	
Cromo	0.6mg/l	0.4mg/l	0.1mg/l	NO
Flúor	1.5mg/l	1.2mg/l	1.0mg/l	NO

Hierro	7.2mg/l	6.0mg/l	5.0mg/l	NO
Huevos parásitos	ND	ND	ND	NO
Litio	3.0mg/l	2.6mg/l	2.5mg/l	NO
Materia Flotante	ausencia	ausencia	ausencia	NO
Mercurio	0.006mg/l	0.007mg/l	0.001mg/l	NO
Manganeso	0.9mg/l	0.5mg/l	0.2mg/l	NO
Molibdeno	0.08mg/l	0.06mg/l	0.01mg/l	NO
Níquel	0.3mg/l	0.3mg/l	0.2mg/l	NO
Nitritos	1.0mg/l	0.8mg/l	0.5mg/l	NO
Oxígeno disuelto	5mg/l	5mg/l	3mg/l	NO
Plomo	7.0mg/l	6.0mg/l	5.0mg/l	NO
Selenio	0.09mg/L	0.05mg/L	0.02mg/L	NO
Sulfatos	300mg/l	275mg/l	250mg/l	NO
Vanadio	0.6mg/L	0.3mg/L	0.1mg/L	NO

Fuente: la autora

Tabla 18 MATRIZ DE ANÁLISIS COMPARATIVOS DE CUMPLIMIENTO.

MATRIZ DE ANALISIS COMPARATIVOS DE CUMPLIMIENTO				
PARÁMETROS	ANÁLISIS DEL AGUA CRUDA	ANÁLISIS DEL AGUA TRATADA	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL ACUERDO MINISTERIAL 097-A TABLA 4	CUMPLE SI/NO
SALINIDAD	2010 milimhos/cm	2017 milimhos/cm	0,7 ->2000 milimhos/cm	NO
Ce (2) SDT (3)	2003 mg/l	2009 mg/l	450 >2000mg/l	NO
AEAS= 0-3YCE=	0.8 mg/l	0.6 mg/l	0,7 <0,2mg/l	NO
RAS=3-6YCE=	1,4 mg/l	1,0 mg/l	1 <0,3mg/L	NO
RAS=6-	3,7 mg/l	3,0mg/l	2 <0,5mg/L	NO
RAS=12-	3.1 mg/l	3.0 mg/l	2,9 <1,3mg/l	NO
20YCE=	6.0 mg/l	5.5 mg/l	5,0 <2,9mg/l	NO
TOXICIDAD POR IONES ESPECÍFICOS (5) SODIO=	10.0 meq/l	9.0 meq/l	3,0 >9 meq/l	NO
IRRIGACION SUPERFICIAL RAS (6)	11meq/l	10 meq/l	4,0 >10meq/l	NO

ASPERSIÓN	3.9 meq/l	3.3 meq/l	3,0- 0,7-meq/l	NO
CLORUROS	3.7 meq/l	3,1 meq/l	0,7-3,0 mg/l	
NITRÓGENO (N NO3)	40 mg/l	36mg/l	5,0 >30mg/l	NO
BICARBONATO (HCO3) SOLO ASPERSIÓN	9,0meq/l	8,9meq/l	1,5 0 >8,5meq/l	NO
pH	8,06	8,0	6,5 - 8,4	NO

Fuente: La autora

4.2 Pruebas de tratabilidad

El inicio de nuestro proyecto experimental es tratar el agua residual industrial, donde iniciamos para poder llegar a clarificar con evaluación físico, químico y microbiológico o más conocida como “Test de Jarra”.

Las pruebas de tratabilidad son fundamentales para determinar la eficiencia y la viabilidad de un tratamiento de aguas residuales antes de implementarlo a gran escala. El test de jarra es una prueba de laboratorio que permite simular las condiciones del proceso de tratamiento y evaluar cómo responde el agua residual a diferentes tratamientos.

Pasos para realizar una prueba de tratabilidad con el test de jarra:

Muestra representativa: Recolecta una muestra representativa del agua residual industrial que se pretende tratar, se tomó la muestra cruda almacenada en los ductos que van hacia los tanques del homogenizador, muestra fresca que es utilizada durante el día de producción.

Iniciamos el análisis de la muestra obteniendo 2 y medio galones de 6 lt que equivalen a 15

muestras, los bidones se encontraban previamente esterilizados, ahí reposó la mezcla cruda para llevarla al laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede-Guayaquil Vía a la costa.

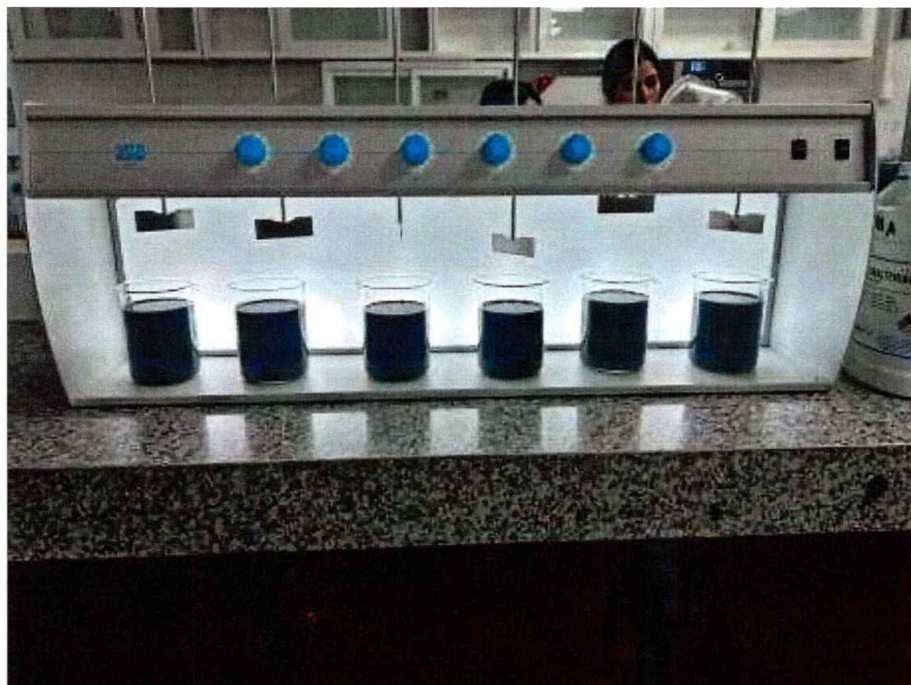
El primero paso para poder iniciar la clarificación el agua cruda obtenida de las tintas es tomar muestras y distribuir las en los vasos precipitados de 1000ml, 6 muestras por el tipo de equipo que vamos a usar que es el floculador de 6 puestos, luego procedemos a añadir los reactivos, en las pruebas correspondientes.

4.2.1 Prueba de Tratabilidad No 1

Descripción del proceso de la Prueba de Tratabilidad No 1:

De acuerdo con lo indicado en la tabla de resultados, se puede apreciar que en los resultados iniciamos con el floculador de 6 puntos y regulamos velocidades, con el potenciómetro se midió la primera muestra cruda que tuvo un ph. 7.14 con una temperatura de 26°C, el cual se optó por usar una dosis de cal al 4% de 5ml para subir el ph aproximadamente 8.4, colocamos sulfato de aluminio al 10%, de 5ml, se colocó la misma cantidad de floculante poder ver la reacción al mezclarlos, colocamos en el floculador a una velocidad de 150rpm Por 1 minutos por reloj y una velocidad de 10rpm Por 10 minutos por reloj para, al culminar el tiempo. Al esperar que sedimente correctamente medimos el Ph que llegó a 7.08 casi neutro como se esperaba y la temperatura bajó a 23°C, su turbidez inicial fue de 18 UTN y el final es de 16 UTN, luego al ver como sedimentaba seleccionamos por el índice de Wilcomb se calificó en c (0.3.-0.5mm), nuestra correcta para continuar a la siguiente fase.

Figura 3 Pruebas de test de Jarra.



Fuente: La autora

Figura 4 Mediciones de cantidad del agua residual industrial.



Fuente: La autora

4.2.2 Prueba de Tratabilidad No 2:

Se pudo apreciar el potenciómetro que midió la segunda muestra cruda el cual se obtuvo un pH de 7.14 con una temperatura de 26°C, se empleó dosis de cal al 4% de 5ml así como sulfato de aluminio al 10% de 5ml y floculante con 5ml, se utilizan las mismas cantidades para corroborar si sería una dosis correcta, como dato se vertió todos los reactivos juntos, creando así una sedimentación idónea de igual manera colocamos la muestra tratada al floculador, en esta muestra de error el conteo del tiempo sobrepasó el minuto llegando a 5 minutos, lo que arruinó el floc de muestra, automáticamente se seleccionó como muestra fallida, su turbidez inicial fue de 18 UTN y el final es de 16 UTN se vuelve a tomar temperatura que refleja un valor de 23°C y pH de 7.08, estos valores reflejados se tomarían como una muestra correcta, el error fue romper el floc por la toma de tiempos.

Figura 5 Tratabilidad de las aguas residuales en el floculador.



Fuente: La autora

4.2.3 Prueba de Tratabilidad No 3

El potenciómetro se midió la tercera muestra cruda que tuvo un ph. 7.14 con una temperatura de 26°C, el cual se optó por usar una dosis de cal al 4% de 5ml para subir el ph aproximadamente 8.4, colocamos sulfato de aluminio al 10%, de 5ml, se colocó la misma cantidad de floculante poder ver la reacción al mezclarlos, colocamos en el floculador a una velocidad de 150rpm Por 1 minutos por reloj y una velocidad de 10rpm Por 10 minutos por reloj para, al culminar el tiempo. Al esperar que sedimente correctamente medimos el Ph que llegó a 7.08 casi neutro como se esperaba y la temperatura bajó a 23°C y su turbidez inicial fue de 18 UTN y el final es de 16 UTN, luego al ver como sedimentaba seleccionamos por el índice de Wilcomb se calificó en c (0.3.-0.5mm)

nuestra correcta para continuar a la siguiente fase.

4.2.4 Prueba de Tratabilidad No 4

Para empezar, colocamos 5ml de cal al 4% para subir su Ph, inicial de 7.14 a 8.09 y su temperatura inicial fue de 26°C, luego colocamos 7ml de sulfato de aluminio al 10% 7ml con la misma cantidad de floculante que ayudó a sedimentar más rápido, colocamos en el floculador a una velocidad de 150rpm Por 1 minutos por reloj y una velocidad de 10rpm Por 10 minutos por reloj para, al culminar el tiempo, Al esperar que sedimento correctamente medimos el pH que llegó a 7.08 casi neutro como se esperaba y la temperatura bajó a 23°C luego al ver como sedimentaba seleccionamos por el índice de Wilcomb se calificó en c (0.75.-1.0mm)

4.2.5 Prueba de Tratabilidad No 5:

De acuerdo con lo indicado en la tabla No 1, se puede apreciar que en los resultados colocamos 5ml de cal al 4% para subir su pH, inicial de 7.14 a 8.09 y su temperatura inicial fue de 26°C su turbidez inicial fue de 18 UTN, luego se empleó 7ml de sulfato de aluminio, con la cantidad de floculante 7ml permitió ayudar a sedimentar más rápido, el floculador estaba preparado a una velocidad de 150rpm Por 1 minutos por reloj y una velocidad de 10rpm Por 10 minutos con el previo conteo, al culminar el tiempo, se espera que sedimento correctamente, medimos el pH final que llegó a 7.08 casi neutro como se esperaba y la temperatura bajó a 23°C luego al ver como sedimentaba seleccionamos por el índice de Wilcomb se calificó en c (0.75.-1.0mm), su turbidez final fue de 16UTN todos los resultados están aptos para continuar con

los siguientes análisis.

4.2.6 Prueba de Tratabilidad No 6

Respecto con lo indicado en la tabla No 1 para la muestra No 6 se puede apreciar al iniciar con la recolección de información tenemos que se inició con una Temperatura de 26°C, un Ph de 7.14 y una turbidez de 18 UTN, se procede a incluir a la muestra cruda 7ml de cal al 4% para subir su pH alrededor de 8.03, nos permitirá coagular la mezcla, continuamos con 7ml de sulfato de aluminio al 10% y 7ml de floculante que permitirá sedimentar más rápido.

Colocamos en el floculador tomamos conteo del primer tiempo que es 1 minuto por reloj a la velocidad de 150rpm seguimos calculando por reloj los 10 minutos a la velocidad más lenta de 10rpm para así lograr sedimentar la muestra tratada, para culminar recopilamos información sobre el pH que registró un valor de 7.08, su turbidez de 16UTN y la temperatura de 23°C, el índice de Wilcomb se calificó en c (0.75.-1.0mm) muestra aprobada para continuar.

4.2.7 Prueba de Tratabilidad No 7

Los resultados del análisis de la muestra número 7, se pudo apreciar que el valor del Potencial de Hidrógeno inicial (pH) de 7.33, una Temperatura de 26°C, y una turbidez de 18 UTN, se procede a incluir a la muestra cruda 15ml de cal al 4% para subir su pH alrededor de 8.03, nos permitirá coagular la mezcla, continuamos con 15ml de sulfato de aluminio al 10% y 7ml de floculante que permitirá sedimentar más rápido.

Colocamos en el floculador tomamos conteo del primer tiempo que es 1 minuto por reloj a la velocidad de 150rpm seguimos calculando por reloj los 10 minutos a la velocidad más lenta

de 10rpm para así lograr sedimentar la muestra tratada, para culminar recopilamos información sobre el pH que registró un valor de 7.05, su turbidez de 16UTN y la temperatura de 23°C, el índice de Wilcomb se calificó en c (0.75.-1.0mm) muestra aprobada para continuar con la siguiente fase.

Figura 6 Se añade reactivos a la muestra cruda.



Fuente: La autora

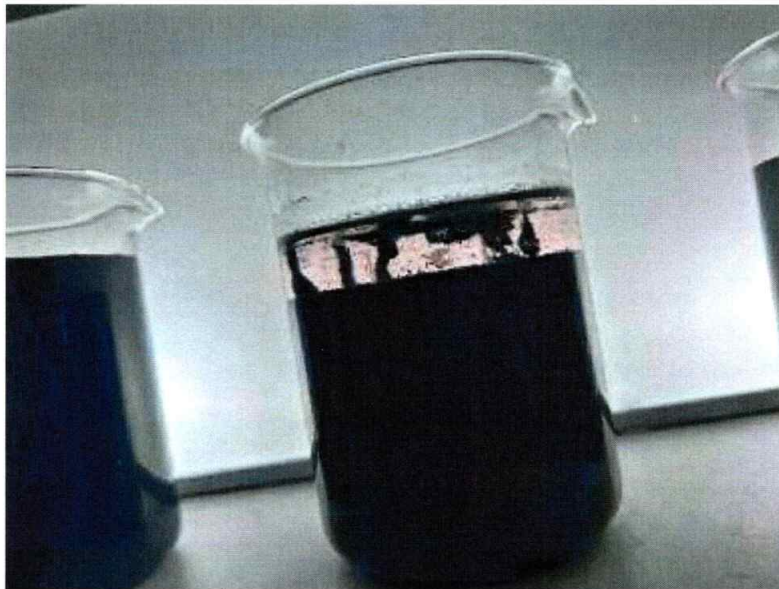
4.2.8 Prueba de tratabilidad No 8

El resultado de los análisis, comenzamos con el valor del Potencial de Hidrógeno inicial (pH) de 7.33, una Temperatura de 26°C, y una turbidez de 18 UTN, se procede a incluir a la muestra cruda 15ml de cal al 4% para subir su pH alrededor de 8.07, nos permitirá coagular la mezcla, continuamos con 15ml de sulfato de aluminio al 10% y 7ml de floculante.

Colocamos en el floculador y tomamos conteo del primer tiempo que es 1 minuto por reloj a

la velocidad de 150rpm, seguimos calculando por reloj los 10 minutos a la velocidad más lenta de 10rpm para así lograr sedimentar más rápido, para culminar recopilamos información sobre, su turbidez de 16UTN y la temperatura de 23°C, el índice de Wilcomb se calificó en c (0.75.-1.0mm) y pH que registró un valor de 7.05. Todos los valores estuvieron en el rango para proceder a la siguiente fase.

Figura 7 Sedimentación del agua residual industrial.



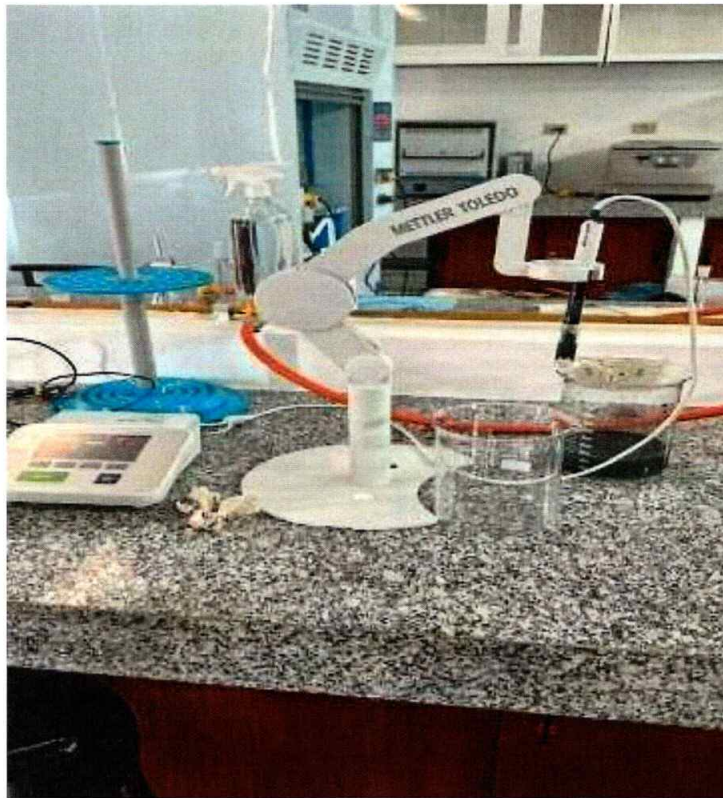
Fuente: La autora

4.2.9 Prueba de Tratabilidad No 9

Respecto a los análisis del agua cruda, comenzamos con, una Temperatura de 26°C, y una turbidez de 18 UTN, el valor del Potencial de Hidrógeno inicial (pH) de 7.33, se procede a incluir a la muestra cruda 15ml de cal al 4% para subir su Ph alrededor de 8.02, nos permitirá coagular la mezcla, continuamos con 15ml de sulfato de aluminio al 10% y 7ml de floculante. Colocamos en el floculador y tomamos conteo del primer tiempo que es 1 minuto por reloj a

la velocidad de 150rpm seguimos calculando por reloj los 10 minutos a la velocidad más lenta de 10rpm para así lograr sedimentar más rápido, para culminar recopilamos información sobre, el índice de Wilcomb se calificó en c (0.75.-1.0mm), su turbidez de 16UTN y la temperatura de 23°C, y pH que registró un valor de 7.05.

Figura 8 Medición del pH a la muestra cruda.



Fuente: La autora

4.2.10 Prueba de Tratabilidad No 10

De acuerdo con lo indicado en la tabla No 1, se puede apreciar que en los resultados colocamos 10ml de cal al 4% para subir su pH, inicial de 7.85 a 8.09 y su temperatura inicial fue de 26°C su turbidez inicial fue de 18 UTN, luego se empleó 10ml de sulfato de aluminio al 10% con la misma cantidad de floculante 7 ml, el floculador estaba preparado a una velocidad de 150rpm Por 1 minutos por reloj y una velocidad de 10rpm Por 10 minutos con el previo

conteo, al culminar el tiempo, se espera que sedimente correctamente, medimos el pH final que llegó a 7.28, la temperatura bajó a 23°C luego al ver como sedimentaba seleccionamos por el índice de Wilcomb se calificó en g (3.0.-4.5mm) sedimentó de manera rápida y su separación con los lodos, su turbidez final fue de 16UTN, muestra óptima para continuar el tratamiento.

Figura 9 Proceso de Sedimentación del agua tratada



Fuente: La autora

4.3 Resultados de la Pruebas de Tratabilidad

Los resultados obtenidos de las diez pruebas se encuentran expresados en la tabla que a continuación se presenta.

Tabla 19 Resultados de las Prueba de Tratabilidad.

PRUEBA DE TRATABILIDAD										
Número	Dosis de cal	Dosis de Sulfato	Dosis de Floculante	Indice de Wilcomb	Turbidez UTN		Ph		Temperatura °c	
					Inicial	Final	Ph inicial	Ph final	Inicial	Final
1	5ml	5ml	5ml	a (0.3-0.5 mm)	18	16	7.14	7.08	26	23
2	5ml	5ml	5ml	a (0.3-0.5 mm)	18	16	7.14	7.08	26	23
3	5ml	5ml	5ml	a (0.3-0.5 mm)	18	16	7.14	7.08	26	23
4	7ml	7ml	7ml	c (0.75-1.0mm)	18	16	7.14	7.08	26	23
5	7ml	7ml	7ml	c (0.75-1.0mm)	18	16	7.14	7.08	26	23
6	7ml	7ml	7ml	c (0.75-1.0mm)	18	16	7.14	7.08	26	23
7	15ml	15ml	7ml	c (0.75-1.0mm)	18	16	7.33	7.05	26	23
8	15ml	15ml	7ml	c (0.75-1.0mm)	18	16	7.33	7.05	26	23
9	15ml	15ml	7ml	c (0.75-1.0mm)	18	16	7.33	7.05	26	23
10	10ml	10ml	7ml	g (3.0 - 4.5mm)	18	16	7.85	7.28	26	23

Fuente: La autora

4.4 Análisis de los Resultados Obtenidos

Se analizaron las 5 mejores muestras procesadas que fueron (prueba 1, 3, 7, 8 y 10), las cuales confirman el cumplimiento de los límites máximos de las normas vigentes del acuerdo 097 a tabla 3 y tabla 4, respecto al Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, como lo refleja en la tabla n°2.

4.4.1 Análisis de los resultados de la prueba 1

El resultado de la tratabilidad No 1 se ha encontrado que su temperatura inicial fue de 26°C mayor a su temperatura final de 23°C, el pH inicial como lo reflejó en la tabla N°1 es de 7.14 por lo cual su pH final es de 7.08, continuando con la lista de reactivos por analizar s , en cuanto a los aceites y grasa (A y G) no encontramos presencia en su inicio y final, su obtuvimos presencia de Aluminio (Al) cantidad alta al iniciar fue de 2.00mg/l en el proceso su análisis final fue de 1.08mg/l, se mantuvo por debajo del límite máximo permisible. Respecto al Arsénico (As) su resultado de inicial es 0.1mg/l, un poco alto a comparación con el resultado final 0.02 mg/l, los análisis de Berilio (Be) comenzó de 0.1 mg/l a comparación final de 0.05 mg/l. Con respecto al Boro (B) se analizó su inicio de 0.75 mg/l y cuyo valor final fue favorable de 0.05 mg/l entrando en el límite máximo permisible. El análisis de Cadmio (Cd) correspondió a 0.07 mg/l en su inicio su resultado fue bajo con el valor de 0.04 mg/l. El Zinc (Zn) se comprobó que contuvo un valor alto de 1.8 mg/l, luego de nuestro análisis dio como resultado final 0.90 mg/l. El Cobalto (Co) fue obtenido en el inicio 0.02 mg/l, la toma de muestra final correspondió a 0.01mg/l, El valor inicial para el Cobre (Cu) fue de 0,9 mg/l cuando se analizó, pero el valor final después del tratamiento químico con los reactivos apropiados fue de 0,03 mg/l. Los Coliforme Fecales (Col Fec) su valoración

es de 60 NMP al comienzo, a comparación con la muestra final que fue de 25 NMP, El Cromo (Cr) al momento de su valoración inicial nos dio de 0,4mg/l, se llevó a cabo un análisis previo y el valor final fue de 0.02mg/l. El Fluor (F) tuvo a un valor inicial de 1,0 mg/l y un valor final de 0,5 mg/l. Los resultados del Hierro (Fe) sorprendió un poco por tener altas cantidades de hierro antes de tratar la muestra, su valor fue 5.5 mg/l luego de tratarla obtuvimos la cantidad de 3.0 mg/l. Para los Huevos Parásitos (HP) no fue detectable en ningún proceso, ni inicio o final. Litio fue presente en la muestra con un valor de 3.0mg/l y su análisis final fue de 2.0mg/l. El Material Flotante (Mat Flo) es No Detectable en los análisis. La valoración inicial del Mercurio fue 0.01mg/l y la sorpresa del resultado final fue No Detectable. El Manganeseo (Mn) tuvo un valor de 0.2mg/l en su inicio a comparación con su final que fue de 0.001mg/l. En este caso el Molibdeno (Mo) se constató que su valor inicial es de 0.5mg/l luego de hacer las pruebas con el agua tratada el valor final es de 0.01mg/l. Niquel (Ni) la evaluación inicial es de 0.2mg/l y lo que corresponde a la final fue de 0.05mg/l. Los Nitritos (Nit) 0.5mg/l fue lo inicial y para culminar su análisis final es e 0.2mg/l entrando en los límites máximos permisibles. El Oxígeno Disuelto (OD) corresponde a su valor inicial a 3mg/l que es el máximo permisible, todo esto antes de tratar el agua, para culminar su valor final bajó a 0.7mg/l. La evaluación de Plomo (Pb) su valor inicial es de 0.02mg/l al analizar su muestra final nos dio un valor No Detectable. El Selenio (Se) corresponde a 0.03mg/l en su inicio y para su final 0.01mg/l dentro de los límites. Los Sulfatos (Sulf) se presentó un de 80mg/L al comienzo y para su análisis final estuvo en 76mg/l. Para culminar con los análisis de la tratabilidad N°1 está Vanadio (V) que obtuvo 0.2mg/l en el inicio y 0.07mg/l al final. Todos estos valores estuvieron dentro del rango establecido como lo indica el acuerdo ministerial 097-A, publicado en la edición especial del registro oficial No 387 del 04 de

noviembre del 2015.

Figura 10 Resultados de los análisis.



Fuente: La autora

4.4.2 Análisis de la Prueba de Tratabilidad No 3

El resultado de la tratabilidad de la prueba No 3 se ha encontrado que su temperatura inicial fue de 26°C mayor a su temperatura final de 23°C, el pH inicial como lo reflejó en la tabla N°1 es de 7.14 por lo cual su pH final es de 7.08, en cuanto a los aceites y grasa (A y G) no encontramos presencia en ningún análisis, obtuvimos presencia de Aluminio (Al) al iniciar fue de 2.00mg/l en el proceso su análisis final fue de 1.08mg/l. Arsénico (As) su resultado de inicial es 0.1mg/l, con el resultado final 0.02 mg/l, los análisis de Berilio (Be) comenzó de 0.1 mg/l y su final es de 0.06 mg/l. El parámetro de Boro (B) comenzó con el inicio de 0.75 mg/l y cuyo valor final fue 0.05 mg/l. El análisis de Cadmio (Cd) correspondió a 0.07 mg/l en su

inicio y con el valor de 0.04 mg/l al culminar. El Zinc (Zn) con un valor alto de 1.8 mg/l en su inicio, luego de nuestro análisis dio como resultado final 0.90 mg/l. El Cobalto (Co) fue obtenido en el inicio 0.02 mg/l, la muestra final correspondió a 0.01mg/l,

El valor inicial para el Cobre

(Cu) fue de 0,9 mg/l cuando se analizó, pero el valor final fue de 0,03 mg/l. Los Coliforme Fecales (Col Fec) su valoración es de 60 NMP al comienzo, a comparación con la muestra final que fue de 25 NMP, El Cromo (Cr) su valoración inicial nos dio de 0,4mg/l, se llevó a cabo un análisis previo y el valor final fue de 0.02mg/l.

El fluor tuvo a un valor inicial de 1,0 mg/l y un valor final de 0,5 mg/l. Los resultados del Hierro (Fe) sorprendió un poco por tener altas cantidades de hierro antes de tratar la muestra, su valor fue 5.5 mg/l luego de tratarla obtuvimos la cantidad de 3.0 mg/l. Para los Huevos Parásitos (HP) no fue detectable en ningún proceso, ni inicio o final. Litio fue presente en la muestra con un valor de 3.0mg/l y su análisis final fue de 2.0mg/l. El Material Flotante (Mat Flo) es No Detectable en los análisis. La valoración inicial del Mercurio fue 0.01mg/l y la sorpresa del resultado final fue No Detectable. El Manganeseo (Mn) tuvo un valor de 0.2mg/l en su inicio a comparación con su final que fue de 0.001mg/l. En este caso el Molibdeno (Mo) se constató que su valor inicial es de 0.5mg/l luego de hacer las pruebas con el agua tratada el valor final es de 0.01mg/l. Niquel (Ni) la evaluación inicial es de 0.2mg/l y lo que corresponde a la final fue de 0.05mg/l. Los Nitritos (Nit) 0.5mg/l fue lo inicial y para culminar su análisis final es e 0.1mg/l entrando en los límites máximos permisibles. El Oxígeno Disuelto (OD) corresponde a su valor inicial a 2.5mg/l que es el máximo permisible, todo esto antes de tratar el agua, para culminar su valor final bajó a 0.2mg/l. La evaluación de Plomo (Pb) su valor inicial es de 0.02mg/l al analizar su muestra final nos dio un valor No Detectable. El Selenio

(Se) corresponde a 0.02mg/l en su inicio y para su final 0.01mg/l dentro de los límites. Los Sulfatos (Sulf) se presentó un de 80mg/L al comienzo y para su análisis final estuvo en 0.01mg/l. Para culminar con los análisis de la tratabilidad N°1 está Vanadio (V) que obtuvo 0.2mg/l en el inicio y 0.07mg/l al final. Todos estos valores estuvieron dentro del rango establecido para poder cumplir con lo establecido por las normas.

4.4.3 Análisis de la Prueba de Tratabilidad No 7

El resultado de la tratabilidad No 7 la temperatura inicial fue de 26°C mayor a su temperatura final de 23°C, el pH inicial como lo reflejó en la tabla N°1 es de 7.33 por lo cual su pH final es de 7.05, en cuanto a los aceites y grasa (A y G) no encontramos presencia en ningún análisis, obtuvimos presencia de Aluminio (Al) al iniciar fue de 2.00mg/l en el proceso su análisis final fue de 1.08mg/l. Arsénico (As) su resultado de inicial es 0.1mg/l, con el resultado final 0.02 mg/l, los análisis de Berilio (Be) comenzó de 0.1 mg/l y su final es de 0.07 mg/l. El parámetro de Boro (B) comenzó con el inicio de 0.75 mg/l y cuyo valor final fue 0.05 mg/l. El análisis de Cadmio (Cd) correspondió a 0.07 mg/l en su inicio y con el valor de 0.04 mg/l al culminar. El Zinc (Zn) con un valor alto de 1.8 mg/l en su inicio, luego de nuestro análisis dio como resultado final 0.90 mg/l. El Cobalto (Co) fue obtenido en el inicio 0.02 mg/l, la muestra final correspondió a 0.01mg/l, El valor inicial para el Cobre (Cu) fue de 0,9 mg/l cuando se analizó, pero el valor final fue de 0,02 mg/l, el análisis comparado con las pruebas anteriores varió en un porcentaje mínimo. Los Coliforme Fecales (Col Fec) su valoración es de 60 NMP al comienzo, a comparación con la muestra final que fue de 25 NMP, El Cromo (Cr) su valoración inicial nos dio de 0,4mg/l, se llevó a cabo un análisis previo y el valor final fue de 0.02mg/l. El fluor tuvo a un valor inicial de 1,0 mg/l y un valor final de 0,5 mg/l. Los resultados del Hierro (Fe) sorprendió un poco por tener altas

cantidades de hierro antes de tratar la muestra, su valor fue 5.5 mg/l luego de tratarla obtuvimos la cantidad de 3.0 mg/l. Para los Huevos Parásitos (HP) no fue detectable en ningún proceso, ni inicio o final. Litio fue presente en la muestra con un valor de 3.0mg/l y su análisis final fue de 2.0mg/l. El Material Flotante (Mat Flo) es No Detectable en los análisis. La valoración inicial del Mercurio fue 0.01mg/l y la sorpresa del resultado final fue No Detectable. El Manganeseo (Mn) tuvo un valor de 0.2mg/l en su inicio a comparación con su final que fue de 0.001mg/l. En este caso el Molibdeno (Mo) se constató que su valor inicial es de 0.5mg/l luego de hacer las pruebas con el agua tratada el valor final es de 0.01mg/l. Nique (Ni) la evaluación inicial es de 0.2mg/l y lo que corresponde a la final fue de 0.02mg/l. Los Nitritos (Nit) 0.5mg/l fue lo inicial y para culminar su análisis final es 0.1mg/l entrando en los límites máximos permisibles. El Oxígeno Disuelto (OD) corresponde a su valor inicial a 2.5mg/l que es el máximo permisible, todo esto antes de tratar el agua, para culminar su valor final bajó a 0.2mg/l. La evaluación de Plomo (Pb) su valor inicial es de 0.02mg/l al analizar su muestra final nos dio un valor No Detectable. El Selenio (Se) corresponde a 0.02mg/l en su inicio y para su final 0.01mg/l dentro de los límites. Los Sulfatos (Sulf) se presentó un de 80mg/L al comienzo y para su análisis final estuvo en 92mg/l. Hubo una variación en comparación con las dos muestras tratadas, el análisis del Vanadio (V) que obtuvo 0.2mg/l en el inicio y 0.08mg/l al final.

Figura 11 Medición de pH a la muestra tratada.



Fuente: La autora

Figura 12 Proceso de sedimentación de los lodos.



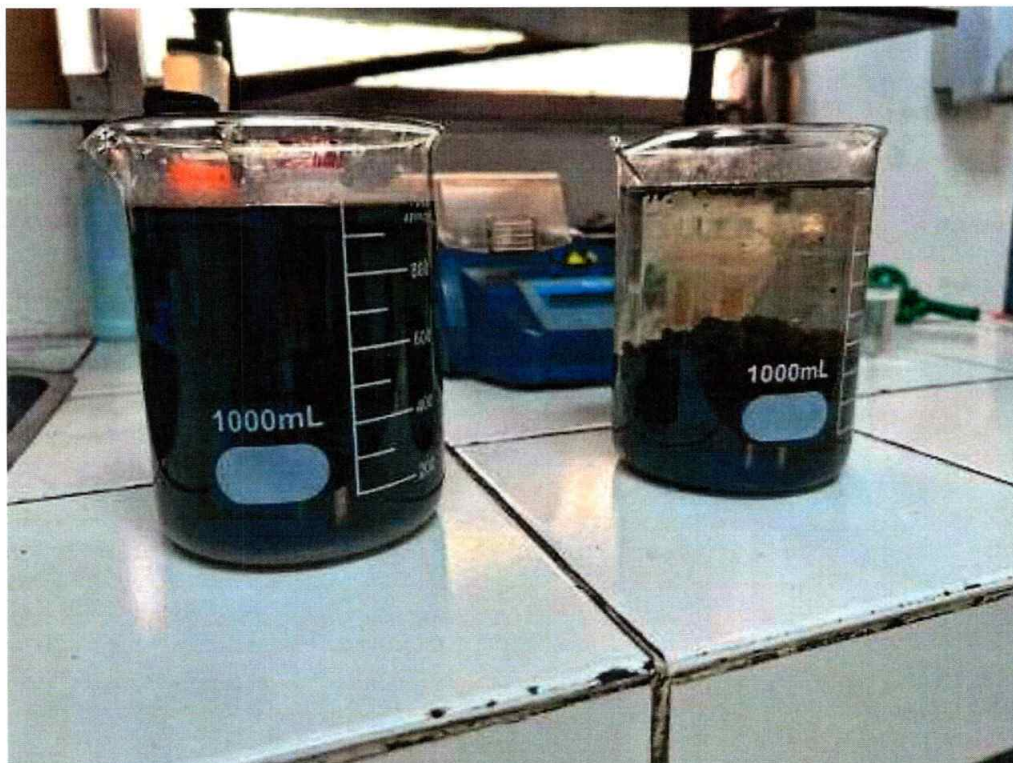
Fuente: La autora

4.4.4 Análisis de la Prueba de Tratabilidad No 8

El resultado de la tratabilidad No 8, se aprecia los resultados del pH inicial como lo reflejó es de 7.33 por lo cual su pH final es de 7.05 como indica en los análisis. La temperatura inicial fue de 26°C mayor a su temperatura final de 23°C, respecto a los Aceites y Grasas (A y G) no encontramos presencia en ningún análisis, obtuvimos presencia de Aluminio (Al) al iniciar fue de 2.00mg/l en el proceso su análisis final fue de 1.08mg/l. Arsénico (As) su resultado de inicial es 0.1mg/l, con el resultado final 0.02 mg/l, los análisis de Berilio (Be) comenzó de 0.1 mg/l y su final es de 0.05 mg/l, los análisis de Berilio si han variado en todas las muestras. El parámetro de Boro (B) comenzó con el inicio de 0.75 mg/l y cuyo valor final fue 0.05 mg/l. El análisis de Cadmio (Cd) correspondió a 0.07 mg/l en su inicio y con el valor de 0.04 mg/l al culminar. El Zinc (Zn) con un valor alto de 1.8 mg/l en su inicio, luego de nuestro análisis dio como resultado final 0.90 mg/l. El Cobalto (Co) fue obtenido en el inicio 0.02 mg/l, la muestra final correspondió a 0.01mg/l, El valor inicial para el Cobre (Cu) fue de 0,9 mg/l cuando se analizó, pero el valor final fue de 0,02 mg/l. Los Coliforme Fecales (Col Fec) su valoración es de 60 NMP al inicio, a comparación con la muestra final que fue de 25 NMP, El Cromo (Cr) su valoración inicial nos dio de 0,4mg/l, se llevó a cabo un análisis previo y el valor final fue de 0.01mg/l, primera variación en las muestras. El Fluor (F) tuvo a un valor inicial de 1,0 mg/l y un valor final de 0,5 mg/l. Los resultados del Hierro (Fe) su valor fue 5.5 mg/l luego de tratarla obtuvimos la cantidad de 3.0 mg/l. Los Huevos Parásitos (HP) no fue detectable en ningún proceso. Litio fue presente en la muestra con un valor de 3.0mg/l y su análisis final fue de 2.0mg/l. El Material Flotante (Mat Flo) no tuvo presente por lo tanto se selecciona como No Detectable en los análisis. La valoración inicial del Mercurio fue 0.01mg/l resultado final fue No Detectable. El Manganeseo (Mn) tuvo

un valor de 0.2mg/l en su inicio a comparación con su final que fue de 0.001mg/l. En este caso el Molibdeno (Mo) su valor inicial es de 0.5mg/l luego de hacer las pruebas con el agua tratada el valor final es de 0.01mg/l. Níquel (Ni) la evaluación inicial es de 0.2mg/l y lo que corresponde a la final fue de 0.05mg/l. Los Nitritos (Nit) 0.5mg/l al inicio y su análisis final es 0.1mg/l. El Oxígeno Disuelto (OD) corresponde a su valor inicial a 3mg/l su valor iba variando dependiendo las muestras, para culminar su valor final es a 0.7mg/l. La evaluación de Plomo (Pb) su valor inicial es de 0.02mg/l al analizar su muestra final nos dio un valor No Detectable. El Selenio (Se) corresponde a 0.02mg/l en su inicio y para su final 0.01mg/l dentro de los límites. Los Sulfatos (Sulf) se presentó un de 83mg/L al comienzo y para su análisis final estuvo en 80mg/l, el análisis del Vanadio (V) que obtuvo 0.2mg/l en el inicio y 0.08mg/l al final.

Figura 13 Diferencias entre muestra cruda y tratada.



Fuente: La autora

4.4.5 Análisis de la Prueba de Tratabilidad No 10

El resultado de la tratabilidad No 10 y final. Iniciamos con el pH como se reflejó es de 7.85 por lo cual su pH final es de 7.28. Su temperatura inicial fue de 26°C mayor a su temperatura final de 23°C, respecto a los Aceites y Grasas (A y G) no encontramos presencia en ningún análisis, obtuvimos presencia de Aluminio (Al) al iniciar fue de 2.00mg/l en el proceso final fue de 1.08mg/l. Arsénico (As) su resultado de inicial es 0.1mg/l, con el resultado final 0.02 mg/l, los análisis de Berilio (Be) comenzó de 0.1 mg/l y su final es de 0.05 mg/l, los análisis de Berilio si han variado en todas las muestras. El parámetro de Boro (B) comenzó con el inicio de 0.75 mg/l y cuyo valor final fue 0.05 mg/l. El análisis de Cadmio (Cd) correspondió a 0.07 mg/l en su inicio y con el valor de 0.04 mg/l al culminar. El Zinc (Zn) con un valor alto de 1.8 mg/l en su inicio, luego de nuestro análisis dio como resultado final 0.90 mg/l. El Cobalto (Co) fue obtenido en el inicio 0.02 mg/l, la muestra final correspondió a 0.01mg/l, El valor inicial para el Cobre (Cu) fue de 0,9 mg/l cuando se analizó, pero el valor final fue de 0,06 mg/l. Los Coliforme Fecales (Col Fec) su valoración es de 60 NMP al inicio, a comparación con la muestra final que fue de 25 NMP, El Cromo (Cr) su valoración inicial nos dio de 0,5mg/l, se llevó a cabo un análisis previo y el valor final fue de 0.01mg/l, primera variación en las muestras. El Fluor (F) tuvo a un valor inicial de 1,0 mg/l y un valor final de 0,5 mg/l. Los resultados del Hierro (Fe) su valor fue 5.5 mg/l luego de tratarla obtuvimos la cantidad de 3.0 mg/l. Los Huevos Parásitos (HP) no fue detectable en ningún proceso. Litio fue presente en la muestra con un valor de 3.0mg/l y su análisis final fue de 2.0mg/l. El Material Flotante (Mat Flo) no tuvo presente por lo tanto se selecciona como No Detectable en los análisis. La valoración

inicial del Mercurio fue 0.01mg/l resultado final fue No Detectable. El Manganeseo (Mn) tuvo un valor de 0.2mg/l en su inicio a comparación con su final que fue de 0.001mg/l. En este caso el Molibdeno (Mo) su valor inicial es de 0.5mg/l luego de hacer las pruebas con el agua tratada el valor final es de 0.01mg/l. Níquel (Ni) la evaluación inicial es de 0.3mg/l y lo que corresponde a la final fue de 0.02mg/l. Los Nitritos (Nit) 0.5mg/l al inicio y su análisis final es 0.2mg/l. El Oxígeno Disuelto (OD) corresponde a su valor inicial a 3mg/l su valor iba variando dependiendo las muestras, para culminar su valor final es a 0.7mg/l. La evaluación de Plomo (Pb) su valor inicial es de 0.01mg/l al analizar su muestra final nos dio un valor No Detectable. El Selenio (Se) corresponde a 0.03mg/l en su inicio y para su final 0.01mg/l dentro de los límites. Los Sulfatos (Sulf) se presentó un de 83mg/L al comienzo y para su análisis final estuvo en 80mg/l, el análisis del Vanadio (V) que obtuvo 0.2mg/l en el inicio y 0.08mg/l al final. Se pudo observar que las 5 tratabilidades pueden aplicarle para el uso de riego agrícola como lo estipula la ley.

Figura 14 Muestra en proceso de sedimentación.



Fuente: La autora

Figura 15 Diferencias de cada proceso físico-químico.



Fuente: La autora

4.4.6 Tablas de los resultados de la tratabilidad N 3

Tabla 20 Resultados de prueba de tratabilidad 3

RESULTADO PRUEBA DE TRATABILIDAD 3												
Pruebas	B mg/l		Cd mg/l		Zn mg/l		Co mg/l		Cu mg/l		Col fec NMP	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
tratabilidad 1	0.75	0.05	0.07	0.04	1.8	0.90	0.02	0.01	0.09ml	0.03ml	60	25
tratabilidad 2	0.75	0.05	0.07	0.04	1.8	0.90	0.02	0.01	0.09ml	0.03ml	60	25
tratabilidad 3	0.75	0.05	0.07	0.04	1.8	0.90	0.02	0.01	0.09ml	0.02ml	60	25
tratabilidad 4	0.75	0.05	0.07	0.04	1.8	0.90	0.02	0.01	0.09ml	0.02mk	60	25
tratabilidad 5	0.75	0.05	0.07	0.04	1.8	0.90	0.02	0.01	0.09ml	0.06ml	60	25

Fuente: La autora

Tabla 21 Continuación de prueba de tratabilidad 3

RESULTADO PRUEBA DE TRATABILIDAD 3												
Pruebas	T °C		pH		A y G		Al mg/l		As mg/l		Be mg/l	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
tratabilidad 1	26.00	23.00	7.14	7.08	0.00	ND	2.00	1.08	0.1	0.02	0.1	0.05
tratabilidad 2	26.00	23.00	7.14	7.08	0.00	ND	2.00	1.08	0.1	0.02	0.1	0.06
tratabilidad 3	26.00	23.00	7.33	7.05	0.00	ND	2.00	1.08	0.1	0.02	0.1	0.07
tratabilidad 4	26.00	23.00	7.33	7.05	0.00	ND	2.00	1.08	0.1	0.02	0.1	0.05
tratabilidad 5	26.00	23.00	7.85	7.28	0.00	ND	2.00	1.08	0.1	0.02	0.1	0.05

Fuente: La autora

Tabla 22 Tratabilidad 3

RESULTADO PRUEBA DE TRATABILIDAD 3												
Pruebas	Cr mg/l		F mg/l		Fe mg/l		HP		Li mg/l		Mat Flo	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
tratabilidad 1	0.04	0.02	1.0	0.5	5.05	3.0	ND	ND	3.0	2.0	ND	ND
tratabilidad 2	0.04	0.02	1.0	0.5	5.05	3.0	ND	ND	3.0	2.0	ND	ND
tratabilidad 3	0.04	0.023	1.0	0.5	5.05	3.0	ND	ND	3.0	2.0	ND	ND
tratabilidad 4	0.04	0.01	1.0	0.5	5.05	3.0	ND	ND	3.0	2.0	ND	ND
tratabilidad 5	0.05	0.01	1.0	0.5	5.0	3.0	ND	ND	3.0	2.0	ND	ND

Fuente: La autora

Tabla 23 Resultados de tratabilidad 3, continuación

RESULTADO PRUEBA DE TRATABILIDAD 3												
Pruebas	Hg mg/l		Mn mg/l		Mo mg/l		Ni mg/l		Nit mg/l		OD	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
tratabilidad 1	0.01	ND	0.2	0.001	0.5	0.01	0.2	0.02	0.5	0.2	3	0.7
tratabilidad 2	0.01	ND	0.2	0.001	0.5	0.01	0.2	0.05	0.5	0.1	2.5	0.7
tratabilidad 3	0.01	ND	0.2	0.001	0.5	0.01	0.2	0.05	0.5	0.1	2.5	0.7
tratabilidad 4	0.01	ND	0.2	0.001	0.5	0.01	0.2	0.05	0.5	0.1	3	0.7
tratabilidad 5	0.01	ND	0.2	0.001	0.5	0.01	0.3	0.02	0.5	0.2	3	0.7

Fuente: La autora

Tabla 24 Últimos resultados de tratabilidad 3

RESULTADO PRUEBA DE TRATABILIDAD 3								
Pruebas	Pb mg/l		Se mg/l		Sulf mg/l		V	
	I	F	I	F	I	F	I	F
tratabilidad 1	0.02ml	ND	0.03	0.01	80	76	0.2	0.07
tratabilidad 2	0.02ml	ND	0.03	0.01	80	76	0.2	0.07

Fuente: La autora

4.5 Análisis de los resultados de los parámetros de control para las aguas de riego

Nuestro tercer análisis corresponde a la comparación con la tabla No 4 del acuerdo ministerial 097-A, publicado en la edición especial del registro oficial No 387 del 04 de noviembre del 2015 parámetros de control para las aguas de riego.

Comenzamos con mediciones de los problemas potenciales, nuestra matriz se divide en 19 parámetros donde se optó por hacer un solo análisis con la muestra N°1 la matriz tratabilidad.

4.5.1 Evaluación de la Prueba N°1

Los parámetros tienen un valor inicial que es del agua antes de tratarla, y el final luego de tratar el agua residual industrial demostrando su efectividad para el uso en las áreas verdes de la empresa.

La Salinidad (1) inició con 3.0 mmhos/cm lo que represente a una presencia severa de salinidad en el agua, posterior al tratamiento volvimos hacer el proceso y se demostró que su problema potencial descendió a 0.9mmhos/com.

Conductividad Eléctrica del agua de regadío más sólidos disueltos totales (CE (2) SDT (3) su

valor inicial se ingresó en 600mg/l continuando con la tratabilidad su valor final registró 450mg/l.

Relación de absorción de sodio ajustada de 0-3 y conductividad eléctrica (RAS =0-3 Y CE=) sus valores no variaron demasiado, para su análisis inicial estuvo en 0.8mg/l y su culminación es de 0.5mg/l, entrando en los límites máximos permisibles.

Relación de absorción de sodio ajustada de 3-6 y Conductividad Eléctrica (RAS =3-6 y CE=) Comenzó antes de su tratabilidad un valor de 2.6mg/l, para culminar su análisis su valoración reflejó 1mg/l.

Relación de absorción igual a 6- (RAS=6-) se acuerdo a su primer análisis se puede apreciar un valor de 3.0mg/l a comparación con su relación al tratado final fue de 2.1mg/l.

Relación de absorción igual a 12- (RAS=12-) muestras mediciones iniciales corresponden a un valor de 3.1mg/l un valor superior de los límites máximos permisibles, al tratar sus valores se nivelan y entran en un rango normal de 2.2mg/l.

20 y Conductividad eléctrica del agua de regadío (20Yce=) su análisis inicial indicó 6.0mg/l a comparación luego tomar medidas con la muestra tratada que fue de 4.5mg/l.

Continuamos con la Toxicidad por iones representó en su inicio la cantidad de 7.0meq/l lo que se puede observar es una cantidad elevada que debe ser tratada, su valor final reflejó 3,9meq/l.

Específicos (5) sodio su valor inicial reflejó de 4.0meq/l a comparación a su tratabilidad que bajó a 3.0meq/l.

Irrigación superficial de Relación de Absorción de sodio ajustada (RAS 6) se menciona su análisis de 7.0meq/l y su medición final de 3.4meq/l.

La Aspersión representó un valor que se pudo apreciar de 3.0meq/l y su medición final de

1.3meq/l.

Los Cloruros tomaron un papel importante por la cantidad inicial persistente en el agua residual de 1,6mg/l, al tomar análisis del agua tratada correspondió su valor de 0.7mg/l lo que estuvo dentro del límite máximo permisible.

Boro-Efectos misceláneos de Nitrógeno $N(NO_3)$ inició de 8mg/l se pudo apreciar su valor final de 6.9mg/l.

Boro-Efectos misceláneos de Bicarbonato (HCO_3) solo aspersion como correspondió a su análisis se midió el valor de 4.0meq/l y su medición final indicó 2,6meq/l.

Para poder culminar nuestros parámetros mencionamos al pH de nuestra prueba de tratabilidad N°1 donde se conoce que su pH inicial es de 7.14 antes de tratar el agua residual industrial y su valor final es de 7.08 luego de tratar el agua.

Figura 16 Medición de pH con la muestra cruda.



Fuente: La autora

4.5.2 Resultados de las pruebas de los parámetros de Calidad para Agua de Riego

Los resultados obtenidos antes y después del tratamiento de las aguas residuales provenientes de las imprentas están expresadas en la siguiente tabla.

Tabla 25 Matriz de resultados de los "parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego, Acuerdo Ministerial 097-A,

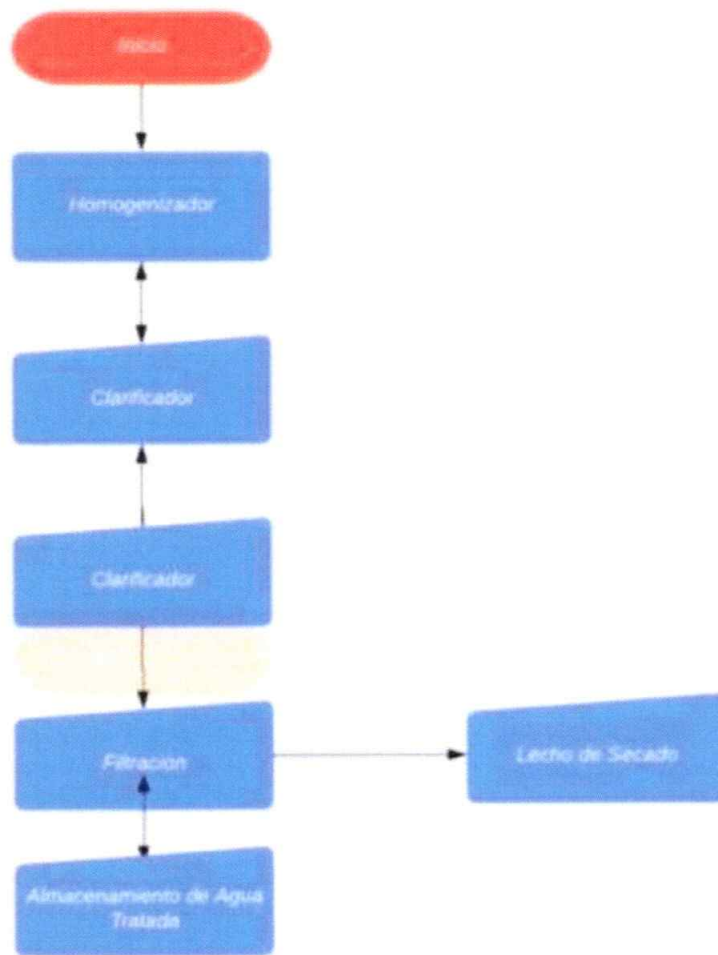
PROBLEMA POTENCIAL		I	F
Pruebas	Salinidad (1) milimhos/cm	3	0,9
	CE (2) SDT (3)	600	450
	Infiltracion (4)	I	F
	RAS=0-3yCE=	0,8	0,5
	RAS=3-6yCE=	2,6	1
	RAS=6-	3,0	2,1
	RAS=12-	3,1	2,2
	20yCE=	6,0	4,5
	Toxicidad por iones meq/l	7,0	3,9
	Específicos (5) sodio meq/l	4,0	3,0
	Irrigación superficial RAS (6) meq/l	7,0	3,4
	Asperción meq/	3,0	1,3
	Cloruros mg/l	1,6	0,7
	Boro- Efectos misceláneos (7)	I	F
	Nitrógeno N (NO3) mg/l	10	6,9
	Bicarbonato (HCO3) solo asperción meq/l	4,0	2,6

	ph	7.14	7.08

Fuente: La autora

4.6 Diagrama de Flujo Propuesto

Figura 17 Diagrama de Flujo Propuesto.



Fuente: La autora

4.6.1 Homogenizador. –

Es el recipiente que almacena el agua residual industrial.

4.6.2 Clarificador

Consiste en un tanque de forma conoide que permite hacer el proceso físico-químico y microbiológico para lograr la coagulación, floculación y culminaría con la sedimentación, separa el agua tratada y los lodos, estos se encontrarán en la parte cónica del clarificador, permitiendo así una mejor distribución.

4.6.3 Filtración

El tanque de filtración de agua tratada con filtro de arena, grava y carbón activado, como límite de llenado la bomba arranca y se mueve hacia el filtro de presión. El tratamiento de aguas residuales termina con la filtración a filtro de presión que contiene grava y arena

4.6.4 Tanque de Almacenamiento

Son estructuras diseñadas para contener y retener las aguas residuales procedentes de procesos industriales después de haber sido tratadas. Estos tanques se utilizan para almacenar temporalmente las aguas residuales tratadas antes de su liberación controlada al medio ambiente o su reutilización para fines industriales.

4.6.5 Lechos de Secado

El lecho de secado es una estructura construida específicamente para deshidratar el efluente tratado mediante el uso de diferentes métodos de deshidratación. Los métodos comunes incluyen la filtración, la evaporación y la absorción.

Filtración: En este proceso, el efluente se vierte sobre un lecho o una superficie permeable que permite que el agua se filtre y escurra, mientras que los sólidos quedan retenidos en el

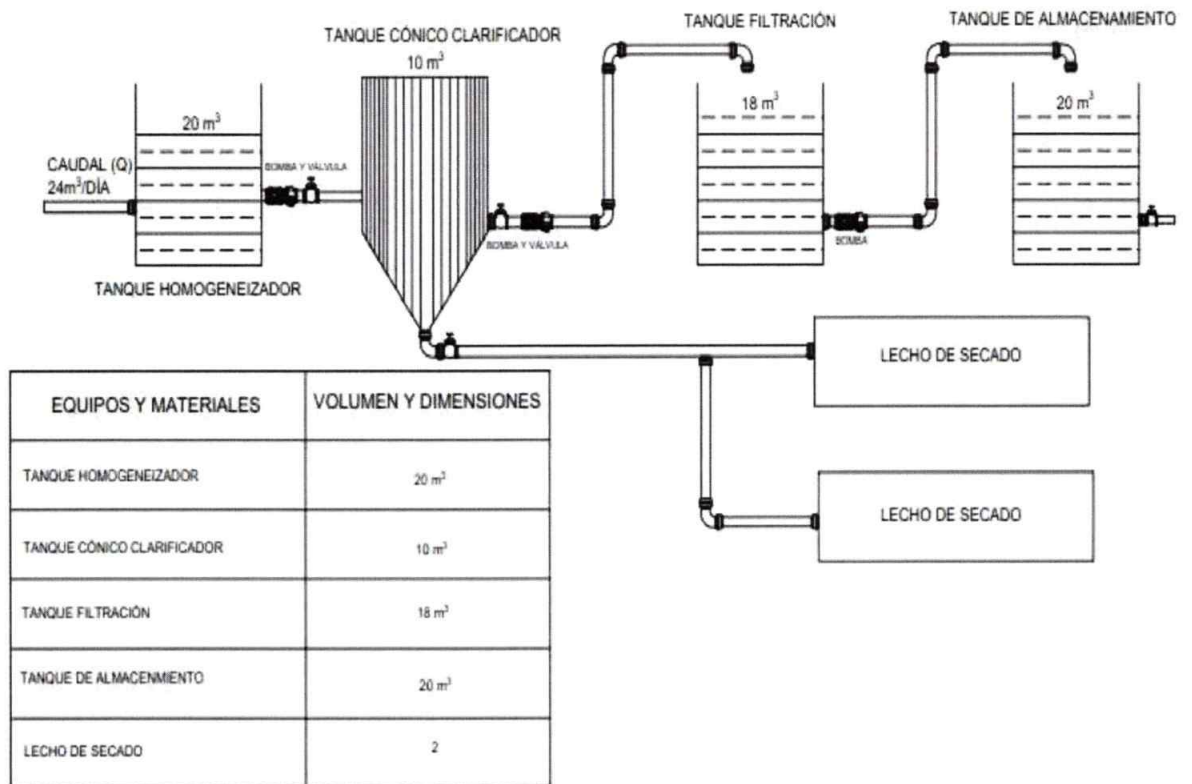
lecho. Generalmente, se utilizan materiales como arena, grava o telas sintéticas para formar el lecho de filtración.

Evaporación: En este método, el efluente se extiende en una superficie grande y poco profunda y se permite que el agua se evapore naturalmente con la ayuda del sol y el viento. Los sólidos contenidos en el efluente quedan atrás y se acumulan en el lecho de secado.

Absorción: Aquí, se utilizan materiales absorbentes para deshidratar el efluente. El efluente se vierte sobre estos materiales, y estos absorben el agua, dejando los sólidos retenidos.

4.7 Tamaño Óptimo del Proyecto

Figura 18 Planos de la planta de tratamiento de las aguas residuales industriales.



Fuente: La autora

4.8 Descripción de Equipos y Materiales

Tabla 26 Planos de la planta de tratamiento de las aguas residuales industriales.

EQUIPOS Y MATERIALES	VOLUMEN Y DIMENSIONES
TANQUE HOMOGENIZADOR	20m ³
TANQUE CÓNICO CLARIFICADOR	10m ³
TANQUE FILTRACIÓN	18m ³
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	20m ³
LECHO DE SECADO	20m ³
TUBERÍAS, ACCESORIOS, VÁLVULAS Y BOMBAS CENTÍFUGAS	-----

Fuente: La autora

4.9 Plan de Financiamiento

El plan de financiamiento recoge toda la información económica del plan de negocio para estudiar su viabilidad.

4.9.1 Terrenos y obras civiles

Tabla 27 Plan de financiamiento tabla de terrenos y obras civiles.

TERRENOS Y OBRAS CIVILES			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
		metros cuadrados	
Terreno	0	220	0.00
Contrapiso	25	220	5,500.00
Puntos de agua	20	6	120.00
Techado	15	220	3,300.00
Puntos de Luz	40	6	240.00
Instalación de puntos eléctricos	40	6	240.00
TOTAL			9,400.00

Fuente: La autora

4.9.2 Maquinarias, Mobiliarios y equipos

El valor requerido para la adquisición de maquinarias, mobiliarios y equipos requeridos para el proyecto:

Tabla 28 Maquinarias, Mobiliarios y equipos.

MAQUINARIAS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Tanques de acero inox AISI-304	9,450.00	2	18,900.00
Tanques de acero inox AISI-304	9,100.00	1	9,100.00
Tanques de acero inox AISI-304	7,800.00	1	7,800.00
Lechos de secado de Hormigón	3,500.00	2	7,000.00
Tuberías PVC presión, accesorios, válvulas y mano de obra	2,500.00	1	2,500.00
Bomba Centrífuga	1,000.00	3	3,000.00
TOTAL			48,300.00

Fuente: La autora

4.9.3 Total, inversión fija inicial

Los requerimientos iniciales para la inversión fija total son de \$57,000. dólares americanos, que serán prestados por un ente crediticio.

Tabla 29 Total inversión fija inicial.

INVERSION FIJA TOTAL			
REF.	CONCEPTO	VALOR	%
ANEXO 1	TERRENOS Y OBRAS CIVILES	9,400.00	16.29
ANEXO 2	MAQUINARIAS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS	48,300.00	83.71
ANEXO 3	OTROS ACTIVOS	0.00	0.00
	TOTAL	57,700.00	100.00

Fuente: La autora

4.9.4 Materiales directos

El costo de los materiales directos requeridos para el proceso de manejo de los desechos son los siguientes:

Tabla 30 Materiales directos.

MATERIALES DIRECTOS			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Sulfato de Aluminio	0.7	312.00	218.40
Cal al 4%	0.28	200.00	56.00
Floculante	8.78	200.00	1,756.00
Antracita	1.285	500.00	642.50
TOTAL			2,672.90

Fuente: La autora

4.9.5 Mano de obra directa

Tabla 31 Mano de obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Empleados	12,000.00	1	12,000.00
Operarios	9,000.00	2	18,000.00
TOTAL			30,000.00

Fuente: La autora

4.9.6 Costos totales de producción

Tabla 32 Costo totales de producción.

COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Mantenimiento	1,000.00	12	12,000.00
Energía	11,000.00	12	132,000.00
Servicios	0.00	12	0.00
TOTAL			144,000.00

Fuente: La autora

4.9.7 Capital de trabajo

Tabla 33 Capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO		
CONCEPTO	VALOR	%
MATERIALES DIRECTOS	2,672.90	1.05
LABOR DIRECTA	30,000.00	11.79
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION	144,000.00	56.59
COSTO INDIRECTO DE PRODUCCION	10,600.00	4.17
GASTOS ADMINISTRATIVOS	67,200.00	26.41
TOTAL	254,472.90	100.00

Fuente: La autora

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se pudo comprobar que los análisis que se efectuaron lograron cumplir con lo estipulado en el acuerdo ministerial 097-A, publicado en la edición especial del registro oficial No 387 del 04 de noviembre del 2015 tabla 3 y tabla 4. Se puede agregar que la neutralidad del pH ayudó para poder optimizar las muestras y dosis correspondientes en la tratabilidad del agua residual industrial.

La toma de muestras del agua tinta dio un mejor resultado siendo recién utilizada y vertida al pozo de tintas, alternar las dosificaciones nos permitió plantear combinaciones eficientes para tener comprobar nuestra tratabilidad y utilizarla en los análisis de cada parámetro.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda en base a los resultados obtenidos del proyecto experimental los siguientes puntos:

- Es esencial establecer un sistema de monitoreo continuo para cerciorarse si la tratabilidad cumple con los parámetros del uso de riego agrícola
- Calibrar los aparatos de laboratorio para su mayor efectividad al momento de iniciar la tratabilidad
- Utilizar la seguridad pertinente para cada análisis en los laboratorios, así evitas futuros incidentes
- Medir el tiempo con exactitud, así evitar análisis fallidos

6. Bibliografía

- Arias, E. R. (01 de 11 de 2020). *economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-experimental.html>
- Asamblea Nacional. (05 de 03 de 2022). *Ley Orgánica de la Salud*. Obtenido de <https://biblioteca.defensoria.gob.ec/bitstream/37000/3426/1/Ley%20Org%c3%a1nica%20de%20Salud.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008*. Quito: imprenta del gobierno. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Bilbao, C. (20 de 11 de 2020). *Coagulación floculación jar test*. Obtenido de http://www.gaiker.es/cas/pdf/coagulacion_floculacion_jar_test.pdf
- Carrillo García, M. C. (06 de 04 de 2020). *studo.com*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-la-laguna/tratamiento-de-aguas/prueba-de-jarras/8226724>
- Código Orgánico del Ambiente*. (01 de 10 de 2018). Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Constitución de la República del Ecuador*. (02 de 02 de 2021). Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- DEL POZO BARREZUETA, H. (05 de 03 de 2016). *Acuerdo No°061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación*. Obtenido de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>
- DISIN. (15 de 06 de 2021). *DISIN S.A. DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES*. Obtenido

de <https://www.disin.com/que-es-para-que-sirve-y-cuando-se-debe-realizar-una-prueba-de-jarras/>

FLORES, L. Y. (JULIO de 2022). *Uso de residuos de papa, como auxiliar del sulfato de aluminio para clarificación de aguas.* Obtenido de http://200.121.226.32:8080/bitstream/handle/20.500.12840/5789/Lizbeth_Tesis_Licenciatura_2022.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Ley Orgánica de Recusos Hídricos, u. y. (s.f.).

PROAIN. (2020). <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/calidad-del-agua-para-riego-agricola>.

VPCCW13FL-B, V. (15 de 09 de 2019). *PRUEBASDEJARRASJARTEST*. Obtenido de <file:///C:/Users/Samantha%20Aguilera/Downloads/PRUEBASDEJARRASJARTEST.pdf>

YARETH QUIMICOS LTDA. (14 de 06 de 2023). *Manual de usuario Test de Jarra*. Obtenido de https://yarethquimicos.com/Dowload/Floculador-test%20de%20jarras/Manual-floculador/Manual_Floculador_%20test_de_jarras_%202_puestos_YARETH_QUIMICOS_LTDA.pdf

7. Anexos

Figura 19 Clarificación del agua residual,



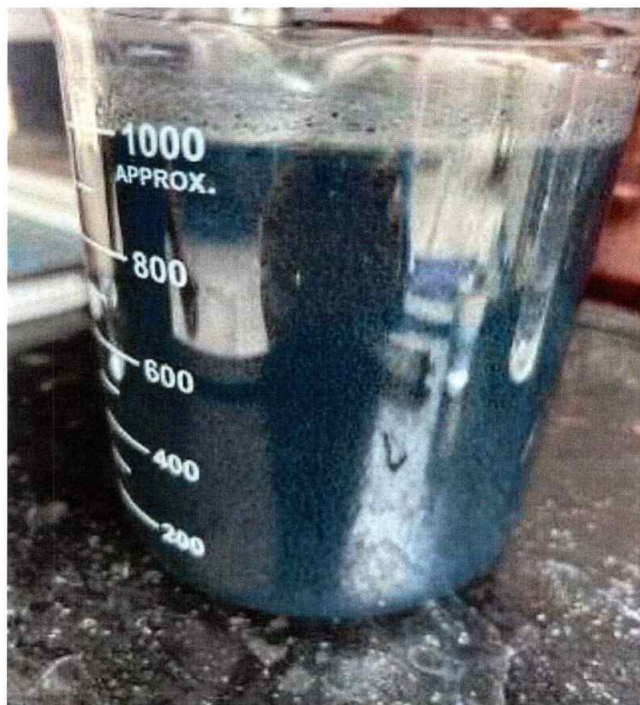
Fuente: La autora

Figura 20 Agua residual siendo tratada,



Fuente: La autora

Figura 21 Muestra residual en proceso de sedimentar los lados



Fuente: La autora

Figura 22 Se añadió reactivos para iniciar el proceso de coagulación y sedimentación



Fuente: La autora

Figura 23 Se recolectó agua clarificada para la medición del pH.



Fuente: La autora

Figura 24 Se pesan los reactivos.



Fuente: La autora

Figura 25 Plano otorgado por la empresa cartonera para distinguirla división en las imprentas.

