

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vicerrectoría Minirecursos	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
	Dependencia	Aprobado		Pág.
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(79)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	<b>KELLY JOHANNA VARGAS SÁNCHEZ</b>
FACULTAD	<b>CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>
PLAN DE ESTUDIOS	<b>INGENIERIA AMBIENTAL</b>
DIRECTOR	<b>Msc. JHON SALVADOR AREVALO BACCA</b>
TÍTULO DE LA TESIS	<b>SUPERVISIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA PELIKAN COLOMBIA S.A.S, BOGOTÁ-CUNDINAMARCA</b>

### RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE PRESENTA LA IMPLEMENTACION DE IMPLEMENTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PELIKAN COLOMBIA S.A.S., CON EL FIN DE REALIZAR UN MANEJO ADECUADO DE SUS EFLUENTES, SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS POR LA SDA, MINIMIZANDO ASÍ LA CARGA CONTAMINANTE DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS A LA RED DE ALCANTARILLADO PÚBLICO, CON EL FIN DE REDUCIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS AL MEDIO AMBIENTE Y MANTENER SU CERTIFICACIÓN EN NORMA ISO 14001:2015 SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y EL PROGRAMA DE EXCELENCIA AMBIENTAL DISTRITAL -PREAD

### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 79	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
-------------	---------	----------------	-----------



SC-CER102673

Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

SUPERVISIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES EN LA EMPRESA PELIKAN COLOMBIA S.A.S, BOGOTÁ-  
CUNDINAMARCA

Autor

KELLY JOHANNA VARGAS SÁNCHEZ

Código: 161157

*Trabajo de grado presentado bajo la modalidad de pasantías como requisito para optar el  
título de Ingeniera ambiental*

Director

Msc. JHON SALVADOR AREVALO BACCA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Febrero, 2020

## ***Agradecimientos***

*A la empresa Pelikan Colombia S.A.S., por brindarme la oportunidad de aprender y crecer como profesional en la compañía, al Ingeniero José Medina por la confianza depositada en mí, a todos mis compañeros de trabajo por su colaboración, a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por darme las bases para desarrollar mi profesión, al padre Richard Arévalo por su acompañamiento espiritual y su apoyo.*

*Muchas gracias a todos.*

**Dedicatoria**

*A Dios por todo lo maravilloso y bondadoso que ha sido conmigo, por la fortaleza y valor que me ha dado en momentos difíciles, por iluminar cada paso y guiarme en todo el proceso de formación profesional, por su infinito amor, gracias.*

*A mis padres por ser mi apoyo incondicional y por toda la confianza que depositan en mí, en cada uno de mis pasos, por su esfuerzo, dedicación y sacrificio. Esto es posible gracias a ellos.*

*A mi hermano por su amor y confianza en mí.*

*A mis abuelos por todo su apoyo y compañía durante este proceso de formación, a mis tíos por sus oraciones y colaboración en todo momento y a mis incondicionales y queridas primas por sus consejos y ayuda, gracias.*

*A mi novio por su compañía, su apoyo, comprensión y confianza en todo momento.*

*A mis amigos y compañeros de formación por todo lo vivido y cada aprendizaje.*

*A todos por la confianza depositada en mí, por sus consejos y por todo su amor, muchas gracias.*

## Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>xi</b>
<b>Capítulo 1. Supervisión de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S, Bogotá-Cundinamarca .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la empresa.....	1
1.1.1 Historia Colombia. ....	2
1.1.2 Misión y visión. ....	8
1.1.3 Política de calidad, salud, seguridad y medio ambiente. ....	9
1.1.3 Unidades Estratégicas de Negocio (UEN). ....	9
1.1.4 Estructura organizacional de Pelikan Colombia S.A.S. ....	11
1.1.5 Descripción de la dependencia asignada. ....	12
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	12
1.2.1 Planteamiento del problema. ....	14
1.3 Objetivos de la pasantía.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	17
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la pasantía.....	18
 <b>Capítulo 2. Enfoque Referencial.....</b>	 <b>19</b>
2.1. Enfoque conceptual .....	19
2.2. Enfoque legal.....	20
 <b>Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo .....</b>	 <b>25</b>
3.1. Presentación de resultados .....	25
3.1.1 Reconocer los procesos que se realizan en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.....	25
3.1.1.1. Revisión inicial del manual de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales. ....	25

3.1.1.2 Definir la dosificación de productos químicos para el tratamiento de aguas residuales, mediante Test de jarras. ....	26
3.1.1.3 Aplicar productos químicos para el tratamiento de aguas residuales. ....	41
3.1.1.4. Realizar filtración del agua clarificada para su reutilización en actividades de limpieza.: ....	43
3.1.2. Establecer acciones de mejora para la reducción de lodos generados durante el tratamiento del agua residual en la empresa Pelikan Colombia S.A.S. ....	45
3.1.2.1. Identificar las causas del aumento de lodos generados en el tratamiento del agua residual. ....	45
3.1.2.2. Acelerar el secado de lodos mediante la aplicación de floculante. ....	47
3.1.2.3. Definir la dosificación de floculante para la deshidratación de lodos. U. ....	51
3.1.2.4. Establecer la relación costo-beneficio de la aplicación de floculante a los lodos resultantes. ....	51
3.1.2.5. Disponer los lodos para su posterior tratamiento. ....	53
3.1.2.6. Determinar la cantidad de lodos generados mensualmente, por litros de agua tratada. ....	56
3.1.3. Evaluar el nivel de calidad del agua tratada durante el proceso de operación de la PTARI para dar cumplimiento a la normatividad vigente. ....	57
3.1.3.1. Medir semanalmente DQO, para verificar el cumplimiento de la normatividad. ....	57
3.1.3.2. Medir cada semana parámetros como sólidos disueltos totales (TDS), temperatura, conductividad eléctrica y pH, para verificar el cumplimiento de la normatividad. ....	60
<b>Conclusiones</b> .....	64
<b>Recomendaciones</b> .....	66
<b>Referencias</b> .....	67

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Matriz DOFA .....	13
<b>Tabla 2.</b> Descripción de las actividades a desarrollar en la pasantía .....	18
<b>Tabla 3.</b> Dosificación mes 1.....	32
<b>Tabla 4.</b> Dosificación mes 2.....	34
<b>Tabla 5.</b> Dosificación mes 3.....	36
<b>Tabla 6.</b> Dosificación mes 4.....	39
<b>Tabla 7.</b> Beneficios y costos de aplicar floculante al lecho de secado.....	51
<b>Tabla 8.</b> Costo mensual de manejo de lodos con aplicación de floculante .....	52
<b>Tabla 9.</b> Costo mensual de manejo de lodos .....	52
<b>Tabla 10.</b> Indicador de lodos tratados al mes .....	55
<b>Tabla 11.</b> Indicador de lodos por litros de agua tratados .....	56
<b>Tabla 12.</b> Medición DQO mes 1 .....	57
<b>Tabla 13.</b> Medición DQO mes 2 .....	58
<b>Tabla 14.</b> Medición DQO mes 3 .....	58
<b>Tabla 15.</b> Medición DQO mes 4 .....	59
<b>Tabla 16.</b> Medición mes 1.....	60
<b>Tabla 17.</b> Dosificación mes 2.....	61
<b>Tabla 18.</b> Medición mes 3.....	61
<b>Tabla 19.</b> Medición mes 4.....	62

## Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional Pelikan Colombia S.A.S .....	11
Figura 2. Toma de muestra .....	27
Figura 3. Preparación de la solución.....	28
Figura 4. Agrupación de partículas.....	29
Figura 5. Clarificado del agua.....	29
Figura 6. Muestra de agua Clarificada.....	30
Figura 7. Dosificación de floculante mes 1 .....	32
Figura 8. Dosificación de floculante mes 1 .....	33
Figura 9. Dosificación de hipoclorito de sodio mes 1 .....	33
Figura 10. Dosificación de floculante mes 2 .....	34
Figura 11. Dosificación de coagulante mes 2.....	35
Figura 12. Dosificación de hipoclorito de sodio mes 2 .....	36
Figura 13. Dosificación de floculante mes 3 .....	37
Figura 14. Dosificación de coagulante mes 3 .....	37
Figura 15. Dosificación de hipoclorito de sodio mes 3 .....	38
Figura 16. Dosificación de floculante mes 4 .....	39
Figura 17. Dosificación de coagulante mes 4.....	40
Figura 18. Dosificación Hipoclorito de sodio mes 4 .....	40
Figura 19. Almacenamiento de insumos químicos PTARI .....	42
Figura 20. Batería filtrante.....	45
Figura 21. Tolvas de acondicionamiento .....	46
Figura 22. Lecho de secado de lodos .....	47
Figura 23. Lecho de lodos.....	48
Figura 24. Lecho de lodo con Tela filtrante.....	49
Figura 25. Diseño inicial salida de clarificado.....	49
Figura 26. Tolva de acondicionamiento, diseño inicial PTARI.....	50
Figura 27. Tolva de acondicionamiento con ajuste de válvulas de succión .....	50
Figura 28. Vehículo de transporte de RESPEL .....	54
Figura 29. Embalaje del residuo .....	55

## Introducción

En Colombia, se genera gran cantidad de desechos líquidos provenientes de la industria, los cuales son descargados a cuerpos de agua superficiales o al Sistema de Alcantarillado público, ocasionados principalmente por el crecimiento del sector industrial, donde el objetivo principal de este es satisfacer las necesidades de sus clientes o partes interesadas. Estos líquidos contienen sustancias nocivas para el medio ambiente y la salud humana.

La descarga de efluentes industriales, representa un daño al medio ambiente y a la salud de las personas, por lo cual se cuenta con una normatividad exigente y de estricto cumplimiento, emitida por el gobierno nacional y la Secretaría Distrital de Ambiente-**SDA**, donde se debe cumplir una serie de requisitos para la descarga de vertimientos en el territorio nacional, aunque a pesar de esto se pueden infringir en los límites máximos permisibles , con alteración de parámetros críticos que definen la calidad del agua, como fenoles, DQO, DBO, temperatura, entre otros, debido a la falta de controles internos dentro de las industrias.

Por esta razón Pelikan Colombia S.A.S., implementa la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales, con el fin de realizar un manejo adecuado de sus efluentes, siguiendo los lineamientos establecidos por la **SDA**, minimizando así la carga contaminante de los residuos líquidos a la Red de alcantarillado público, con el fin de reducir los impactos ambientales generados al medio ambiente y mantener su certificación en norma ISO 14001:2015 Sistema de Gestión Ambiental y el Programa de Excelencia Ambiental Distrital -**PREAD**.

# **Capítulo 1. Supervisión de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S, Bogotá-Cundinamarca**

## **1.1 Descripción de la empresa**

Pelikan es una marca alemana, con diferentes culturas, que actúa internacionalmente y cuenta con más de 180 años de tradición, con posicionamiento en más de 20 países en todo el mundo.

La empresa Pelikan Colombia S.A.S, fue creada en el año 1969 y su propósito es el diseño, fabricación y comercialización de productos para oficina, escolares, manualidades y escritura. Caracterizada por crear productos confiables y para toda la vida, siempre intentando superar las expectativas de las partes interesadas y cumpliendo con todos los requerimientos exigidos en materia ambiental y de Salud y Seguridad en el Trabajo, con el fin de evitar cualquier alteración sobre el medio ambiente, la salud humana y los recursos naturales renovables.

Los materiales de embalaje son de primera calidad y siempre se trata de fabricar en gran proporción de recursos reciclables.

Pelikan no solo se enfoca en productos de alta calidad, además tiene en cuenta la seguridad y salud en el lugar de trabajo, el cual está garantizado por el sistema de control de calidad continuo.

La empresa cuenta con un Sistema Integrado de Gestión, el cual está conformado por el Sistema de Gestión de Calidad, soportado bajo las normas ISO 9001: edición 2015 y el Sistema de Gestión Ambiental, ISO 14001: edición 2015, además el sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), reglamentado por el decreto 1072 de 2015.

En Pelikan Colombia, se entiende como servicio, el valor agregado que se adiciona a la venta de sus productos a través de la atención esmerada y oportuna a los clientes.

Los empleados son parte fundamental en el desarrollo y crecimiento de la empresa, por lo cual son apoyados mediante capacitaciones. El personal que en promedio labora es de 230 personas y 300 en temporada de alta producción.

Actualmente la organización Pelikan Colombia S.A.S, cuenta con una superficie total de 5079 m<sup>2</sup>, las oficinas generales cuentan con 872 m<sup>2</sup>, la bodega 1046 m<sup>2</sup>.

**1.1.1 Historia Colombia.** El 14 de septiembre de 1959 se funda Industri Ltda por las familias Curt Redecker y Joecker. En 1967 Industri mediante un contrato de licencias y marcas de transferencia de tecnología, inicia la fabricación y comercialización de la marca Pelikan. En el año 1978 Pelikan (Hannover)-actual Pelikan Holding A.G. -adquiere el 19.5% de las acciones de Industri Ltda.

En el año 2005 se inicia el trámite para la obtención del permiso de vertimientos, como uno de los requisitos exigidos por la autoridad ambiental competente para las empresas que realizan

descargas del líquidos al sistema de alcantarillado público, resultantes de las actividades de su proceso productivo, en este caso el lavado de ollas de preparación de formulaciones y tintas, las cuales contienen sustancias químicas nocivas para el medio ambiente, y que son de interés legal, por lo cual se debe dar cumplimiento al requisito legal asociado.

Con el fin de verificar las condiciones de los vertimientos, el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente-**DAMA**, a través del Laboratorio de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-**EAAB** realizó un seguimiento y muestreo, se clasificó Industri Ltda, como Industria con vertimientos a la red de alcantarillado, por el incumplimiento en parámetros de interés como Cadmio, Fenoles, grasas y aceites, por lo cual se exigió para el otorgamiento del permiso de Vertimientos lo siguiente: separación de redes domésticas, aguas lluvias e industriales, instalación de cajas de inspección interna y externa. Se pudo evidenciar que se contaba con rejillas de separación de sólidos y desarenadores, en buen estado, en cuanto a la trampa de grasas y aceites se evidencia la falta de mantenimiento periódico.

En el año de 2006 es otorgado el Permiso de Vertimientos por el entonces Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente-**DAMA**, hoy Secretaría Distrital de Ambiente-**SDA**, por un periodo de 5 años, donde se exige el cumplimiento de varios requisitos como: presentar anualmente la caracterización de los vertimientos a la SDA y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-**EAAB**, mantener los parámetros según lo establecido en la normatividad vigente.

En cumplimiento de lo exigido en el permiso de vertimientos, se realizó la caracterización por un laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales **IDEAM**, y se demostró el cumplimiento de los parámetros exigidos por la normatividad ambiental, se separaron las redes domésticas, aguas lluvia e Industrial y se construyeron las cajas de inspección internas y externas, por lo cual se anexó los planos de las instalaciones como soporte para la obtención del permiso, por último se incluyó la limpieza de la trampa grasa y cajas de inspección dentro del Procedimiento de Mantenimiento Preventivo de la compañía.

El día 13 de enero de 2009 Pelikan International Corporation Berhad compró, a través de su filial mexicana- productos Pelikan S.A. de C.V – (Actual Pelikan México S.A. de C.V), la totalidad del paquete accionario de Indistri Ltda., y a partir de junio, la compañía cambia su nombre a Pelikan Colombia S.A.S.

Actualmente la superficie total del predio es 5079 m<sup>2</sup>, las oficinas generales cuentan con 872 m<sup>2</sup>, la bodega 1046 m<sup>2</sup>. El personal que en promedio labora es de 230 personas y 300 en temporada alta.

La empresa participa en el Programa de Gestión ambiental empresarial de la Secretaría Distrital de Ambiente en el año 2010, con el fin de promover buenas prácticas Ambientales y como consecuencia de su preocupación por el mejoramiento del Desempeño ambiental a nivel empresarial, obtiene el reconocimiento de participación y aprobación en el I Nivel ACERCAR. Permitiendo así avanzar al siguiente nivel de reconocimiento.

Se solicita la inscripción como acopiador primario de aceites usados, el cual es negado ya que el gestor no registra como movilizador, por lo cual legalmente no puede realizar la recolección.

En el año 2011 se obtiene el reconocimiento en el **II** nivel del Programa de Gestión Ambiental Empresarial: Producción y Consumo Sostenible.

Se solicita nuevamente la inscripción como Acopiador primario de Aceite usado, donde se tiene como gestor a la empresa ECOLCIN, la cual cuenta con los permisos y licencia por parte de la **SDA**, como soporte se envía certificado de aprovechamiento de Aceite Usado emitido por el gestor, razón por la cual la **SDA** acepta la solicitud de inscripción como acopiador con el requisito de que se cumplan con las condiciones establecidas en la normatividad aplicable.

El día 26 de noviembre de 2012 Pelikan Colombia S.A.S. recibe la certificación de la compañía SGS Colombia., de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 9001:2008.

En este año se obtiene el reconocimiento en el **III** nivel del Programa de Gestión Ambiental Empresarial: Sistema de Gestión Ambiental.

Se inicia el trámite para la renovación del permiso de vertimientos.

El día 22 de noviembre de 2013 Pelikan Colombia S.A.S. recibe la certificación de la compañía SGS Colombia., de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 14001:2004.

Se recibe visita de Control y Vigilancia por parte de la **SDA**, donde se presenta algunos incumplimientos en la Gestión de Residuos Peligrosos, por lo cual se siguieron las recomendaciones de la autoridad ambiental como fueron: se declaró como residuo peligroso los Lodos residuales, generados por el tratamiento de los vertimientos (residuos del lavado de ollas de preparación de formulaciones y tintas), ante la **SDA**, se identificaron las características de peligrosidad de todos los residuos, al igual que se gestionó el embalaje o envase según sus características y se implementó la rotulación, toda esta información fue la base para la elaboración del procedimiento específico para el Manejo, almacenamiento y disposición final de Residuos Peligrosos, se elaboraron y revisaron las Fichas de datos de seguridad de cada residuo y se ubicaron en el área de almacenamiento de cada residuo, al igual se envió al gestor como base para la elaboración de las tarjetas de emergencia. Se elaboró una Lista de verificación para evaluar el cumplimiento de los requisitos para el transporte de RESPEL, la cual incluye entre sus aspectos a evaluar si el conductor cuenta con la capacitación en Transporte y Manejo de Residuos Peligrosos, Kit de derrames, revisión tecnomecánica del vehículo, embalaje o envase de residuos, capacidad del vehículo, etc. Se incluyó dentro del Plan de Gestión Integral de Residuos-**PGIR**, las medidas de control o carácter preventivo, previo al cese, cierre o clausura de las actividades, con el fin de evitar la contaminación que pueda generar riesgos a la salud y al Medio Ambiente. Se realiza una revisión general del **PGIR** y se actualizan aspectos como la media móvil y se incluyen las características de peligrosidad de cada residuo. En cuanto al manejo de aceite usado, se adquirió un dique de contención, según las características exigidas por la normatividad, se señaló el área de almacenamiento y se ubicó la Ficha de datos de seguridad.

En el año 2014 Se participó en el Programa PISA Prevención Integral en Salud Ambiental, de la Secretaría Distrital de Salud, donde uno de los componentes a trabajar es la Gestión Ambiental, como el manejo de RESPEL, identificación y evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales. En el año 2015 Se logra el reconocimiento en el IV nivel del Programa de Gestión Ambiental Empresarial: Excelencia Ambiental, generando Desarrollo Sostenible.

En el año 2016 la Secretaría Distrital de Ambiente otorga el Permiso de Vertimientos, por un término de 5 años. Se realizó la evaluación para la Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales **PTARI**, con apoyo del sector educativo, se generó un proyecto de diseño de la PTARI y se evaluó la alternativa más viable según las características del efluente generado durante el proceso productivo.

En febrero de 2017 se instala la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales y se implementa en septiembre de este, realizando un tratamiento fisicoquímico del Agua Residual Industrial, generada en el proceso de lavado de ollas de preparación de formulaciones y tintas, y maquinaria, donde se realiza un Test manual de jarras a una muestra de agua residual, con el fin de evaluar la cantidad de insumos químicos a aplicar. Se realiza el tratamiento y por último se pasa por una batería filtrante de arena y carbón activado. Se toman muestras del agua tratada con el fin de verificar los parámetros definidos como críticos y se dispone el Lodo residual en un lecho lento, para su deshidratación y finalmente se dispone como RESPEL. El agua tratada es almacenada y reutilizada en los mismos procesos de lavado de ollas y maquinaria, mediante el uso de una Hidrolavadora para aprovechar de manera eficiente el recurso.

La implementación de la PTARI se fundamenta en un objetivo y es eliminar los vertimientos al sistema de alcantarillado público y utilizar el agua tratada en actividades de limpieza, buscando siempre dar cumplimiento a los parámetros de descarga exigidos en el permiso de vertimientos, con el fin de disminuir los impactos ambientales generados con las actividades asociadas al proceso de vertimientos, como la contaminación de las fuentes hídricas y el agotamiento de los Recursos Naturales por el consumo excesivo de agua, al igual que eliminar el riesgo de sanciones, multas, incluso el cierre de las actividades por el incumplimiento de los requisitos legales asociados.

Con el propósito de dar cumplimiento a la normatividad aplicable, se solicita ante la SDA, la extensión del periodo de almacenamiento de Aceite usado, que por reglamentación no debe ser mayor a 3 meses, y debido a que el gestor ECOLCIN, requiere una cantidad mínima de 55 galones para la recolección, y el tiempo necesario para almacenar esta cantidad es mínimo de 6 meses.

En diciembre de 2018 se obtiene la certificación en ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, con validez hasta octubre de 2021, demostrando así el compromiso con la fabricación de productos de alta calidad y el cuidado del Medio Ambiente.

**1.1.2 Misión y visión.** Nuestras confiables marcas son compañeras en la vida diaria. Somos una empresa que actúa internacionalmente con raíces alemanas. Con pasión y experiencia, desarrollamos productos que satisfacen las necesidades de nuestros clientes. Estamos comprometidos en crear valor para nuestros accionistas y clientes.

Ser una empresa exitosa, rentable y enfocada en la marca, actuando internacionalmente. Creamos productos deseados y apreciados por nuestros consumidores, somos una familia internacional con culturas diferentes, colaboradores talentosos y motivados, que comparten una visión compartida y trabajan por alcanzar la misma meta.

**1.1.3 Política de calidad, salud, seguridad y medio ambiente.** Para satisfacer las necesidades de nuestros clientes y partes interesadas, hemos establecido objetivos con el fin de cumplir las metas del modelo de gestión de la organización.

Estamos comprometidos con la entrega de productos, soluciones y servicios cumpliendo los requisitos de nuestros clientes y partes interesadas, trabajando en equipo con pasión, desarrollando el talento y experiencia de los colaboradores, cuidando nuestra salud y seguridad, buscando la mejora continua.

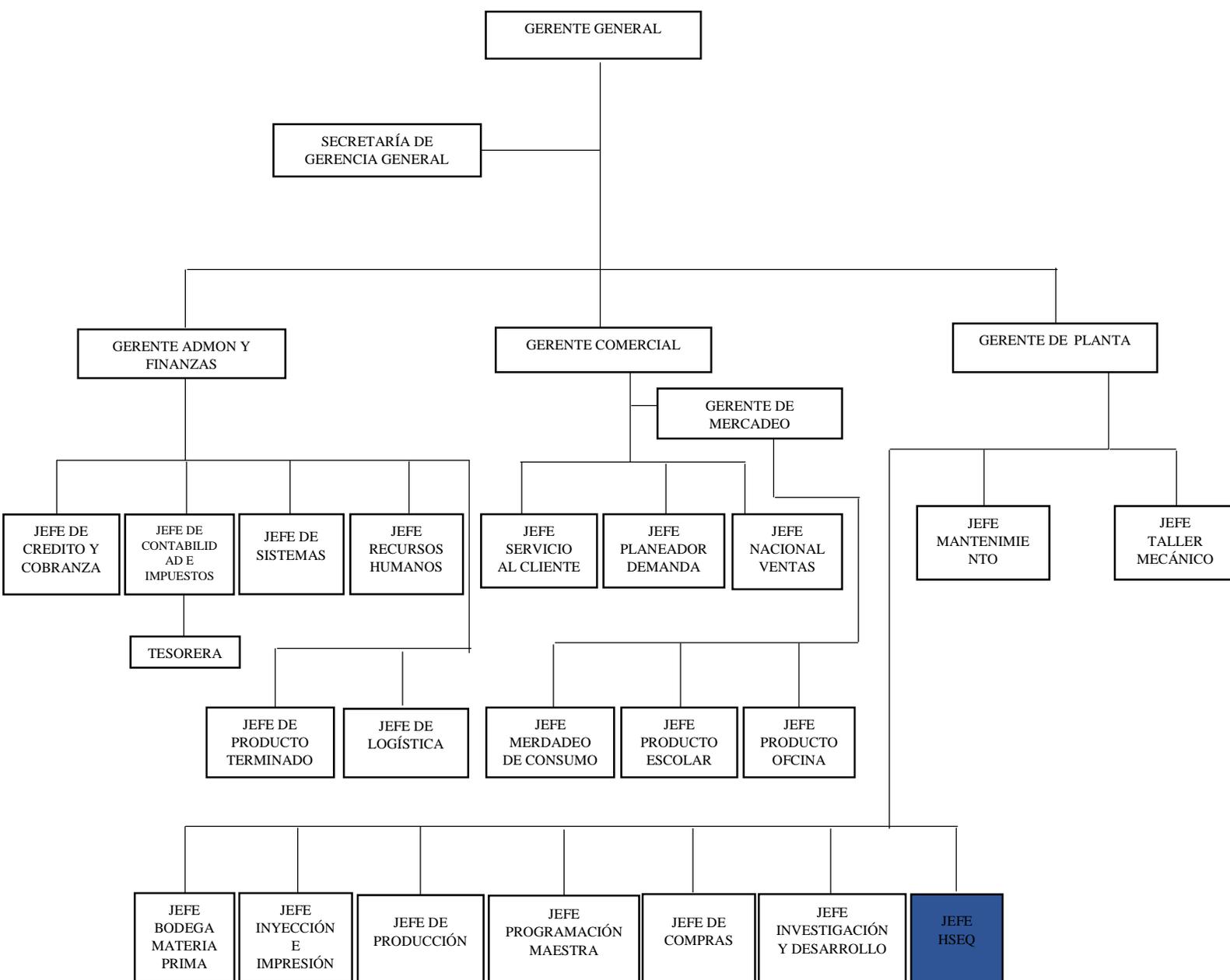
Prevenimos la contaminación y minimizamos los impactos ambientales, fijando controles de seguridad que eviten riesgos de trabajo y cumpliendo con la legislación en beneficio de la sociedad y del medio ambiente.

**1.1.3 Unidades Estratégicas de Negocio (UEN).** *UEN Oficina.* Almohadilla Dactilar, Almohadilla para Sellos, Bolígrafos, Cera para Contar, Detector de Billetes Falsos, Destructoras de Papel, Correctores, Limpia tipos, Minas, Marcadores Borrables y Accesorios, Marcadores Permanentes, Notas Adhesivas, Portaminas, Refuerzos Adhesivos, Resaltadores, Rotuladores, Tintas Chinas, Tintas Decorativas, Tintas para Sellos y Consumibles para Oficina y Destructoras de Papel.

*UEN Escolar.* Acuarela, Borradores de Caucho y Plásticos, Creyones, Delantales, Lápices de Colores, Lápices de Grafito, Compases, Línea Trazo (Juegos Geométricos, Reglas, Curvígrafos, Transportadores, etc.), Pintura Digital, Pegante, Marcadores Escolares / Arte, Plumones Colorella, Plastilina, Témperas, Tijeras, Vinilos.

*UEN Línea Hardcopy.* Productos de uso en oficina, por ejemplo: Consumibles para impresoras.

### 1.1.4 Estructura organizacional de Pelikan Colombia S.A.S.



**Figura 1.** Estructura organizacional Pelikan Colombia S.A.S

**Fuente.** Pelikan Colombia S.A.S

 Dependencia asignada

**1.1.5 Descripción de la dependencia asignada.** La pasantía se realizará en el departamento de HSEQ, el cual es el encargado de cumplir con la seguridad y salud en el trabajo de los colaboradores, responsabilidad medio ambiental y verificar la calidad de los productos; cuyo propósito final es evitar cualquier riesgo que pueda generar las labores realizadas durante el proceso productivo sobre los empleados, prevenir la contaminación sobre el medio ambiente, como también satisfacer y superar las expectativas de las partes interesadas. Esto se logra mediante acciones preventivas y correctivas que permiten la mejora continua de los procesos dentro de la organización y cumplimiento de la normatividad establecida.

Las funciones por desempeñar dentro del departamento del departamento de HSEQ son:

- Operación y supervisión de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI).
- Verificación y seguimiento de indicadores ambientales.
- Cuantificación y disposición final de residuos peligrosos y No peligrosos.
- Entrega y control de elementos de protección personal (EPP).

## **1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada**

Para el siguiente diagnóstico se realizó la matriz DOFA que permite analizar:

Tabla 1.

Matriz DOFA

ELEMENTOS INTERNOS	
<p><b>S1.</b> Existencia de manual de procedimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI).</p> <p><b>S2.</b> Seguimiento continuo y mejoramiento de operación en la PTARI.</p> <p><b>S3.</b> Disponibilidad de la empresa para acciones de mejora de procesos dentro de la PTARI.</p> <p><b>S4.</b> Constituye una solución ambiental para el manejo de los residuos industriales generados en el proceso productivo.</p>	<p><b>W1.</b> Lecho de lodos de baja capacidad (espacio limitado).</p> <p><b>W2.</b> Tiempo de secado de lodos insuficiente</p> <p><b>W3.</b> Incumplimiento en parámetros críticos permisibles de descarga.</p> <p><b>W4.</b> Falta de seguimiento y evaluación constante de parámetros críticos.</p> <p><b>W5.</b> Aumento del consumo de productos químicos para el tratamiento del agua residual industrial (coagulante y floculante).</p>
<p><b>O1.</b> Disponibilidad que tiene la empresa para adoptar acciones de mejora en el proceso de operación de la PTARI.</p> <p><b>O2.</b> Normatividad ambiental que exige el tratamiento adecuado de aguas residuales, estableciendo parámetros permisibles de descarga.</p> <p><b>O3.</b> Seguimiento continuo por parte de la autoridad ambiental para controlar afectaciones sobre los recursos naturales.</p> <p><b>O4.</b> Reducción de los tiempos de secado de lodo mediante el uso de tela filtrante, lo cual retiene mayor cantidad de material sólido.</p> <p><b>O5.</b> Reducción de los tiempos de secado de lodo mediante el espesamiento de lodo por la aplicación de floculante.</p> <p><b>O6.</b> Mediciones semanales que permiten identificar alteraciones o cambios en la calidad del vertimiento.</p>	<p><b>ESTRATEGIAS FO</b></p> <p><b>1.</b> Socializar el manual de operación de la PTARI de la empresa Pelikan Colombia S.A.S.</p> <p><b>2.</b> Evaluar constantemente la calidad del agua tratada en la PTARI, para establecer acciones correctivas.</p> <p><b>3.</b> Visitas técnicas por parte de la autoridad ambiental, para evaluar el nivel de cumplimiento ambiental por parte de la empresa para la gestión integral de residuos peligrosos.</p>
<p><b>OPORTUNIDADES (+)</b></p>	<p><b>ESTRATEGIAS DO</b></p> <p><b>1.</b> Mejoramiento de la estructura de los lechos de lodos, para acelerar el proceso de tratamiento y reducir la cantidad de residuos a disponer.</p> <p><b>2.</b> Estimación de tiempos de secado de lodos por volumen de agua a tratar.</p> <p><b>3.</b> Determinar la dosificación exacta de productos químicos, para cumplir con la normatividad ambiental.</p>

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

ELEMENTOS EXTERNOS

Estrategias combinadas

Continuación, Tabla 1, Matriz DOFA

	<b>ESTRATEGIAS FA</b>	<b>ESTRATEGIAS DA</b>
<b>T1.</b> Afectación sobre los recursos naturales por incumplimiento de la normatividad	<b>1.</b> Optimizar el secado de lodos, para reducir la cantidad de residuo generado.	<b>1.</b> Mejorar la operación de la PTARI, con el fin de disminuir la generación de residuos al medio ambiente.
<b>AMENAZAS (-)</b>	<b>2.</b> Cumplimiento con la normatividad ambiental.	<b>2.</b> Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en relación con parámetros permisibles de descarga.
	<b>3.</b> Determinar la dosificación exacta de productos químicos para el tratamiento del agua residual Industrial, para evitar alterar los parámetros críticos de descarga.	<b>3.</b> Seguimiento continuo a la operación de la PTARI por parte de la autoridad ambiental, con el fin de evaluar el proceso y verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos mediante mediciones.
<b>T2.</b> Sanciones o multas por la autoridad ambiental competente.		
<b>T3.</b> Fallas en la dosificación de productos químicos que conlleven al incumplimiento de los parámetros establecidos.		

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

**1.2.1 Planteamiento del problema.** El crecimiento industrial de los países conlleva a que aumente su economía a la misma proporción que la generación de residuos No peligrosos o peligrosos, ocasionando impactos significativos sobre la salud humana y el medio ambiente, sin tener en cuenta la responsabilidad ambiental que debe asumirse según la actividad productiva que realizan, causando pérdida del nivel de calidad de vida de las personas, agotamiento de los recursos naturales y contaminación del medio ambiente.

Actualmente las empresas se han visto obligadas a adoptar estrategias de gestión ambiental que les permitan prevenir, controlar y reducir cualquier afectación sobre el medio ambiente, debido a las exigencias de la autoridad ambiental, la población en general y a las diferentes sanciones que pueden someterse, por el incumplimiento de la normatividad vigente.

La adopción de estas estrategias permite a las empresas obtener beneficios como reconocimiento a nivel nacional e internacional, reducción de costos asociados a la producción y uso racional de recursos naturales renovables.

Por su parte Pelikan Colombia S.A.S está comprometida con el cuidado y preservación del medio ambiente, por lo cual dentro de su Sistema de Gestión ambiental contempla todas las medidas necesarias en el desarrollo de las labores productivas para mitigar cualquier posibilidad de afectación sobre la salud humana y los recursos naturales, así como dar cumplimiento a los requisitos legales asociados a su proceso, con el fin de prevenir multas, sanciones e incluso el cierre de las actividades, por cualquier incumplimiento en los parámetros exigidos por la normatividad ambiental aplicable; para ello, como medida de compensación para el control de los vertimientos industriales generados principalmente en actividades de lavado de ollas de preparación de formulaciones y limpieza de maquinaria, la empresa cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales, la cual entró en operación en septiembre de 2017, para tratar sus efluentes y reutilizar el agua tratada para actividades de lavado y aseo, logrando así disminuir el consumo del recurso hídrico y la descarga de vertimientos al Sistema de Alcantarillado público.

Debido a que el tiempo de implementación y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales es reciente, existen algunas falencias en cuanto al lecho de secado de lodos, debido a la baja capacidad del mismo y a la cantidad de lodos que resultan del proceso de clarificación del agua tratada, ya que este tipo de lechos requiere un tiempo de secado de 48 horas y por la alta producción en temporada escolar, se está dando 24 horas de secado o menos,

generando así un lodo residual con un porcentaje de humedad alto y a su vez aumentando la cantidad de Residuos Peligrosos a disponer.

Además, el incumplimiento de los parámetros máximos permisibles de descarga establecidos en la normatividad ambiental, de los cuales fueron definidos como críticos en las condiciones de diseño de la PTARI la Demanda Química de Oxígeno (DQO), TDS, Temperatura y Fenoles, el superar el límite máximo aceptable, pueden representar riesgos relacionados con multas, sanciones y hasta el cierre de las actividades por parte de la autoridad ambiental competente.

De esta manera se evidencia la necesidad de realizar una supervisión y seguimiento a la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales y realizar mediciones semanales de los parámetros críticos, con el fin de mejorar el proceso de la PTARI y cumplir con lo establecido dentro de la normatividad vigente, ya que la empresa Pelikan Colombia se ha destacado siempre por su compromiso ambiental, formando parte del Programa de Excelencia Ambiental Distrital-PREAD, donde se trata de mejorar los procesos dentro de la organización, por medio de estrategias de producción más limpia y Gestión Ambiental, en el Programa Integral de Salud Ambiental-PISA de la Secretaría Distrital de Salud-SDS, donde uno de los enfoques es el control y manejo de los aspectos ambientales.

### **1.3 Objetivos de la pasantía**

**1.3.1 Objetivo General.** Supervisar la Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S

**1.3.2 Objetivos Específicos.** Reconocer los procesos que se realizan en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.

Establecer acciones de mejora para la reducción de lodos generados durante el tratamiento del agua residual en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.

Evaluar el nivel de calidad del agua tratada durante el proceso de operación de la PTARI para dar cumplimiento a la normatividad vigente.

## 1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la pasantía

**Tabla 2.**

*Descripción de las actividades a desarrollar en la pasantía*

<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Supervisar la Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.	Reconocer los procesos que se realizan en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión inicial del manual de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>2. Definir la dosificación de productos químicos para el tratamiento de aguas residuales, mediante test de jarras.</li> <li>3. Aplicar productos químicos para el tratamiento de aguas residuales.</li> <li>4. Realizar filtración del agua clarificada para su reutilización en actividades de limpieza.</li> </ol>
	Establecer acciones de mejora para la reducción de lodos generados durante el tratamiento del agua residual en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Identificar las causas del aumento de lodos generados en el tratamiento del agua residual.</li> <li>6. Acelerar el secado de lodos mediante la aplicación de floculante.</li> <li>7. Definir la dosificación de floculante para la deshidratación de lodos.</li> <li>8. Establecer la relación costo-beneficio de la aplicación de floculante a los lodos resultantes.</li> <li>9. Disponer los lodos para su posterior tratamiento.</li> <li>10. Determinar la cantidad de lodos generados por litros de agua tratada.</li> </ol>
	Evaluar el nivel de calidad del agua tratada durante el proceso de operación de la PTARI para dar cumplimiento a la normatividad vigente	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Medir semanalmente DQO, para verificar el cumplimiento de la normatividad.</li> <li>12. Medir semanalmente parámetros como sólidos disueltos totales (TDS), conductividad eléctrica y pH, para verificar el cumplimiento de la normatividad.</li> <li>13. Establecer las posibles causas que conlleven al incumplimiento de la legislación.</li> </ol>

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

## Capítulo 2. Enfoque Referencial

### 2.1. Enfoque conceptual

Antes de abarcar el Tratamiento de las Aguas Residuales Industriales, es importante tener claro las siguientes definiciones:

**Agua residual Industrial.** Según resolución 3957 de 2009, se define como los desechos líquidos provenientes de las actividades industriales.

Es el Agua residual resultante de los vertimientos de las industrias manufactureras (Galvis Toro & Rivera , 2013).

**Concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido.** Según el Decreto 1076 de 2015, define concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, como la relación que existe entre la masa y el volumen del líquido que lo almacena.

**Lodo.** Como establece el Decreto 1076 de 2015, un lodo es la Suspensión de un sólido en un líquido resultante del tratamiento de aguas, residuos líquidos u otros semejantes.

**Norma de vertimiento.** Según define el Decreto 1076 de 2015, norma de vertimiento es el Grupo de parámetros y valores que debe cumplir la descarga, en el instante de entrega al cuerpo de agua.

**Parámetro.** Como lo establece el Decreto 1076 de 2015, se define como la Variante que, en una rama de elementos, permite reconocer cada uno de ellos por medio de su valor numérico.

**Planta de Tratamiento de Agua Residual.** Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es un conjunto de obras, infraestructuras y métodos para tratar las aguas residuales (Lizarazo Becerra & Orjuela Gutiérrez, 2013).

**Recurso hídrico.** Son las Aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas, según lo establecido en el Decreto 1076 de 2015.

**Reúso del agua.** Según refiere el Decreto 1076 de 2015, se define como el uso de los efluentes líquidos precedente del acatamiento de la norma de calidad.

**Vertimiento.** Según define el Decreto 1076 de 2015, es la descarga final a una fuente de hídrica, a un sistema de alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o mezclas contenidas en un medio líquido.

## **2.2. Enfoque legal**

### **La Constitución Política de Colombia**

**Artículo 79.** Consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para logro de estos fines.

**Artículo 80.** El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños.

**Artículo 95.** Numeral 8. Proteger los recursos naturales y culturales del país y velar por la conservación del ambiente sano. (constitucion politica, 1991).

**Ley 99 de 1993.** Por la cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

**Artículo 1.** Numeral 7, el Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

**Artículo 65.** Numeral 7, es función del Distrito Capital de Santafé de Bogotá, coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales, las actividades de control y vigilancia ambientales que se realicen en el territorio del municipio o distrito con el apoyo de la fuerza pública, en relación con la movilización, procesamiento, uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables o con actividades contaminantes y degradantes de las aguas, el aire o el suelo. (ley, 99, 2009).

**Ley 1333 de 2009.** “Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones”. (ley, 1333, 2009).

**Decreto 2811 de 1974.** “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”. (decreto 2811, 1974).

**Decreto 1076 del 2015.** Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

**Artículo 2.2.3.3.4.4.** Actividades no permitidas, numeral 3, disponer en cuerpos de aguas superficiales, subterráneas, marinas, y sistemas de alcantarillado, los sedimentos, lodos, y sustancias sólidas provenientes de sistemas de tratamiento de agua o equipos de control ambiental y otras tales como cenizas, cachaza y bagazo. Para su disposición deberá cumplirse con las normas legales en materia de residuos sólidos.

**Artículo 2.2.3.3.4.17.** Los suscriptores y/o usuarios en cuyos predios o inmuebles se requiera de la prestación del servicio comercial, industrial, oficial y especial, por parte del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado, de que trata la reglamentación única del sector de vivienda o la norma que lo modifique, adicione o sustituya, están obligados a cumplir la norma de vertimiento vigente.

Los suscriptores y/o usuarios previstos en el inciso anterior, deberán presentar al prestador del servicio, la caracterización de sus vertimientos, de acuerdo con la frecuencia que se

determine en el Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos en Aguas Superficiales, Subterráneas, el cual expedirá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

**Artículo 2.2.3.3.4.18.** El prestador del servicio de alcantarillado como usuario del recurso hídrico, deberá dar cumplimiento a la norma de vertimiento vigente y contar con el respectivo permiso de vertimiento.

**Artículo 2.2.3.3.5.1.** Toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marinas, o al suelo, deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente, el respectivo permiso de vertimientos.

**Artículo 2.2.3.3.5.18.** El incumplimiento de los términos, condiciones y obligaciones previstos en el permiso de vertimiento, Plan de Cumplimiento o Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, dará lugar a la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias. (decreto 1076, 2015).

**Resolución 3957 del 2009.** “Por la cual se establece la norma técnica para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital”. (resolucion 3957, 2009).

**Resolución 0631 de 2015.** Por medio del cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

**Artículo 5.** Para todas las actividades industriales, comerciales o servicios que realicen vertimientos puntuales de aguas residuales a un cuerpo de agua superficial o a los sistemas de alcantarillado público, tendrán en el parámetro de temperatura como valor límite máximo permisible el de 40,00°C.

**Artículo 13.** Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores máximos permisibles en los vertimientos de aguas residuales no domésticas a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con fabricación y manufactura de bienes, para la actividad específica de fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares.

**Artículo 16.** Vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas al alcantarillado público. (resolucion 0631, 2015).

**Resolución 02544 del 2016.** “Por la cual se otorga un permiso de vertimientos y se toman otras determinaciones, a la empresa Pelikan Colombia S.A.S., por un término de 5 años, expedido por la Secretaría Distrital de Ambiente”. (Resolucion 02544, 2016).

## Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

### 3.1. Presentación de resultados

#### 3.1.1 Reconocer los procesos que se realizan en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.

*3.1.1.1. Revisión inicial del manual de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.* El manual de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales de la empresa Pelikan Colombia, tiene como propósito dar a conocer de manera sencilla el procedimiento a llevar a cabo durante la operación de la PTARI, donde de forma detallada se especifica el paso a paso.

Dentro del procedimiento se evidencia las funciones que debe realizar el operario de la PTARI, para el tratamiento óptimo de las aguas residuales generadas durante el proceso productivo de la empresa. Contiene información básica que sirve de soporte, en cuanto al procedimiento general, los insumos a utilizar, cálculo y dosificación de productos químicos, periodo de contacto del agua residual con estos insumos, filtración del agua clarificada, manejo del lecho de secado de lodos y disposición final de los mismos.

Este manual de operación de la PTARI de la empresa Pelikan Colombia se revisa con el fin de reconocer e identificar el procedimiento general de planta, definido dentro de las condiciones de diseño de esta por parte del proveedor, donde se contemplarán las diferentes acciones de

mejora de este, para optimizar el tratamiento y cumplir con los parámetros de diseño y la legislación ambiental vigente en materia de vertimientos.

Donde se puede evidenciar que se sigue el paso a paso para el tratamiento del agua, según lo establecido en el manual, pero existen algunos aspectos a mejorar como la agitación manual que se hace una vez aplicado cada insumo químico, la cual requiere un mayor esfuerzo humano, mayor exposición a las sustancias químicas y más tiempo para obtener los resultados esperados en cuanto a la coagulación y floculación, el cual puede lograrse fácilmente con el uso del agitador automático, mejorando los resultados en menor tiempo. El drenaje de lodos, el cual se retira primero el residual flotante, se da un tiempo de sedimentación de 30 minutos, se pasa el clarificado a la batería filtrante y finalmente se retira el lodo residual sedimentado, pasando al lecho de secado para su deshidratación, lo cual genera un lodo residual con un porcentaje de humedad alto, ocasionando retrasos en la operación normal de la PTARI, por la baja capacidad del lecho de secado. Adicional a esto las válvulas de salida del nivel de agua clarificada, están al mismo nivel de la salida de lodo, por lo cual se arrastran partículas al momento de pasar el clarificado a los filtros de arena y carbón, causando saturación de los medios filtrantes.

***3.1.1.2 Definir la dosificación de productos químicos para el tratamiento de aguas residuales, mediante Test de jarras.*** Dentro del estudio previo realizado para la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI), se ejecutaron varias pruebas con diferentes insumos químicos para verificar cuál de estos removía la mayor carga contaminante del agua residual Industrial, por medio del proceso de coagulación y floculación, donde el principal objetivo de la coagulación es “desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en consecuencia se

eliminan las materias en suspensión estables” (Andía Cardenas, 2000). La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada, que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. (Andía Cardenas, 2000). Para determinar la concentración de productos químicos necesarios para que el proceso de tratamiento sea eficiente, se realiza el Test de Jarras Manual, donde se adicionan productos químicos como Hipoclorito de sodio, Polímero coagulante aniónico y Polímero floculante catiónico para la clarificación del agua residual. Este procedimiento se lleva a cabo siguiendo las recomendaciones del Instructivo de operación de la PTARI, se procede:

Toma una muestra de 200 ml de agua residual industrial.

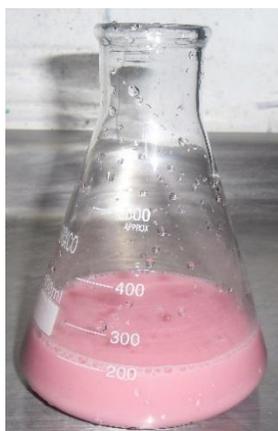


Figura 2. Toma de muestra

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020.

Se toma un beaker y se prepara una solución, adicionando 1 mililitro de coagulante a 100 mililitros de agua potable, se realiza el mismo procedimiento para el Hipoclorito de sodio y el Floculante.



**Figura 3.** Preparación de la solución  
**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

A los 200 ml de la muestra del agua a tratar, se le agrega 1 mililitro de la solución de hipoclorito de sodio agitando fuertemente, posteriormente se le agrega 1 mililitro de la solución de coagulante agitando fuertemente durante 2 minutos y se verifica la separación de partículas en el agua.

Si no se observan las partículas separadas, se adiciona un mililitro de coagulante adicional y se observa nuevamente a contraluz. Si después de agregar 15 mililitros de coagulante no se observan las partículas separadas, se toma una nueva muestra de 200 ml de agua residual, se adiciona 1 ml adicional de hipoclorito según el resultado del test anterior y se realiza nuevamente lo establecido en el punto iii.

Una vez se observen las partículas separadas del agua residual, se adiciona 1 mililitro de la solución de floculante y se agita de forma lenta durante 1 minuto, se deja reposar la muestra 30 segundos y se observa a contraluz la agrupación de las partículas.



Figura 4. Agrupación de partículas

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

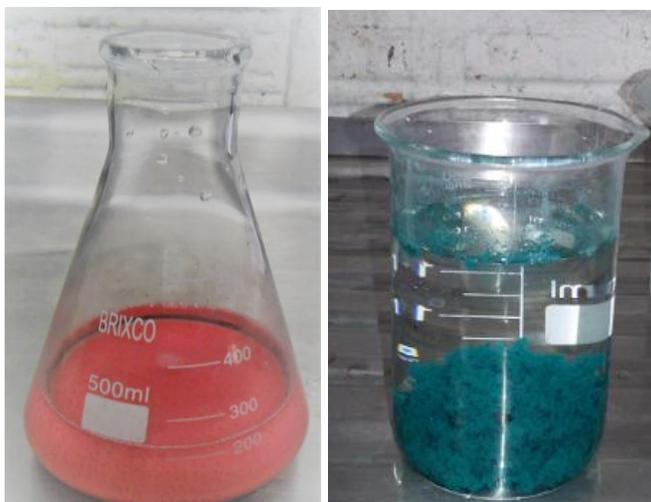
Se adiciona ml por ml de floculante hasta obtener los grumos flotando en el seno del agua y se observe que esta quede completamente clarificada.



Figura 5. Clarificado del agua

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

Una vez formados los grumos, se realiza una prueba de verificación tomando una nueva muestra de agua y agregando los mililitros de productos utilizados y revisando que efectivamente se forman los grumos.



**Figura 6.** Muestra de agua Clarificada

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

Una vez realizada la prueba de jarras se procede a realizar los cálculos matemáticos para determinar la dosis productos químicos a aplicar en la tolva del agua a tratar: (cambiar foto donde se vea el agua clarificada).

$$c2 = \frac{v1 \cdot c1}{v2}$$

Donde:

**V1**= volumen en mililitros aplicados (**ml**)

**V2**= volumen del beaker en mililitros (**200 ml**)

**C1**= concentración en ppm de la solución (**10000 ppm**)

**C2**= concentración en **ppm** aplicados

Para saber la concentración de producto a aplicar directamente en la tolva de agua a tratar se reemplaza:

$$v4 = \frac{v3 * c2}{1000000}$$

Donde:

**V3**= volumen de agua almacenada en la tolva a tratar en litros

**V4**= volumen del producto a aplicar en litros

**C2**= concentración en ppm aplicado

Tabla 3.

Dosificación mes 1

N° Días	Floculante			Coagulante			Hipoclorito			ARI	Color
	V1	C2	V4	V1	C2	V4	V1	C2	V4	V3	
1	15	750	1.05	26	1300	1.82	28	1400	1.96	1400	Negro
2	25	1250	1.62	0	0	0	30	1500	1.95	1300	Negro
	70	3500	4.55	0	0	0	23	1150	1.49	1300	Negro
3	140	7000	9.8	30	1500	2.1	28	1400	1.96	1400	Verde
4	100	5000	3.5	0	0	0	26	1300	0.91	700	Negro
5	26	1300	0.91	58	2900	2.03	26	1300	0.91	700	Negro
	120	6000	7.8	26	1300	1.69	30	1500	1.95	1300	Azul
6	100	5000	7	26	1300	1.82	28	1400	1.96	1400	Azul
7	100	5000	7	24	1200	1.68	28	1400	1.96	1400	Blanco
	100	5000	7	26	1300	1.82	28	1400	1.96	1400	Blanco
8	173	8650	12.11	49	2450	3.43	28	1400	1.96	1400	Rosa
9	149	7450	10.43	38	1900	2.66	21	1050	1.47	1400	Rosa
10	150	7500	10.5	35	1750	2.45	28	1400	1.96	1400	Rosa
	60	3000	4.2	40	2000	2.8	28	1400	1.96	1400	Anaranjado
11	280	14000	20.3	46	2300	3.34	27	1350	1.95	1450	Fucsia
12	180	9000	13.5	31	1550	2.33	26	1300	1.95	1500	Azul
13	70	3500	5.25	25	1250	1.88	26	1300	1.95	1500	Morado
14	0	0	0	35	1750	2.45	24	1200	1.68	1400	Morado
15	40	2000	2.6	35	1750	2.28	29	1450	1.88	1300	Negro
16	60	3000	3.9	30	1500	1.95	26	1300	1.69	1300	Verde
17	20	1000	1.4	25	1250	1.75	14	700	0.98	1400	Azul

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

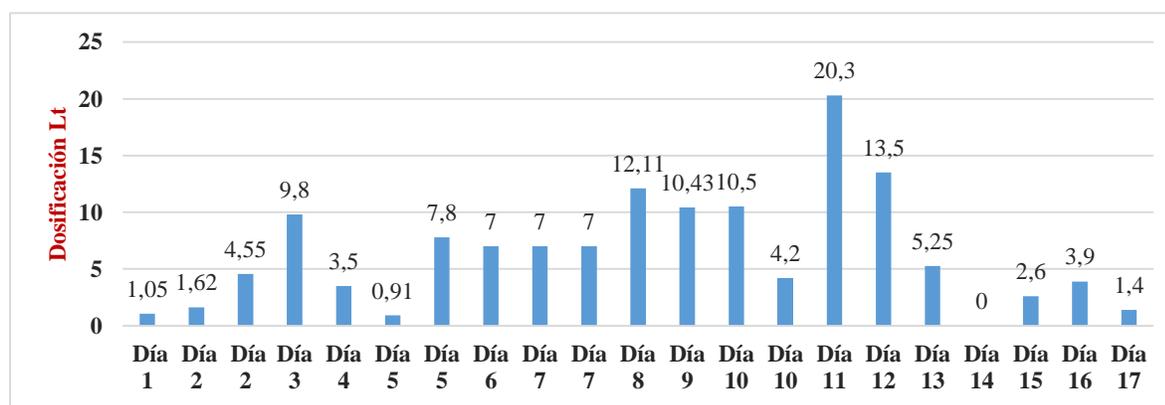
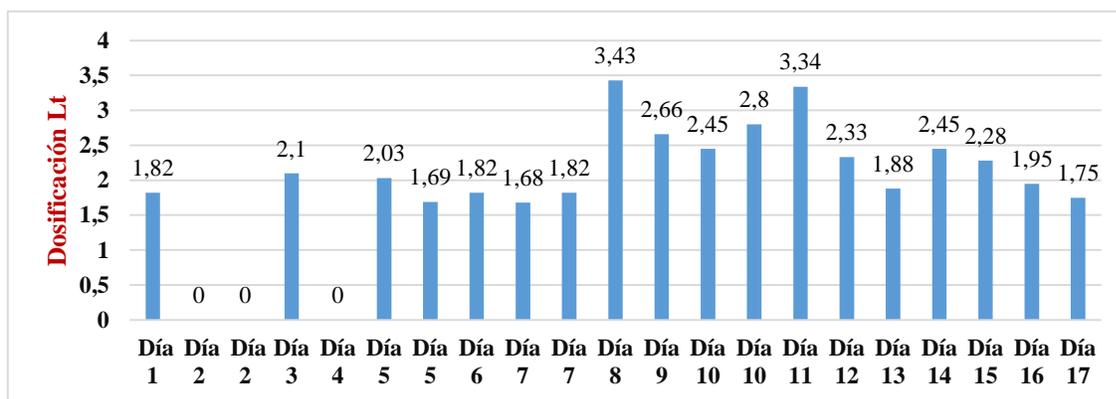


Figura 7. Dosificación de floculante mes 1

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

En el primer mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Floculante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 11 con 20,3 Lt, donde se trató agua de lavado de tempera neón (color fucsia), y con la mínima cantidad aplicada el día 1 con 1.05 Lt,

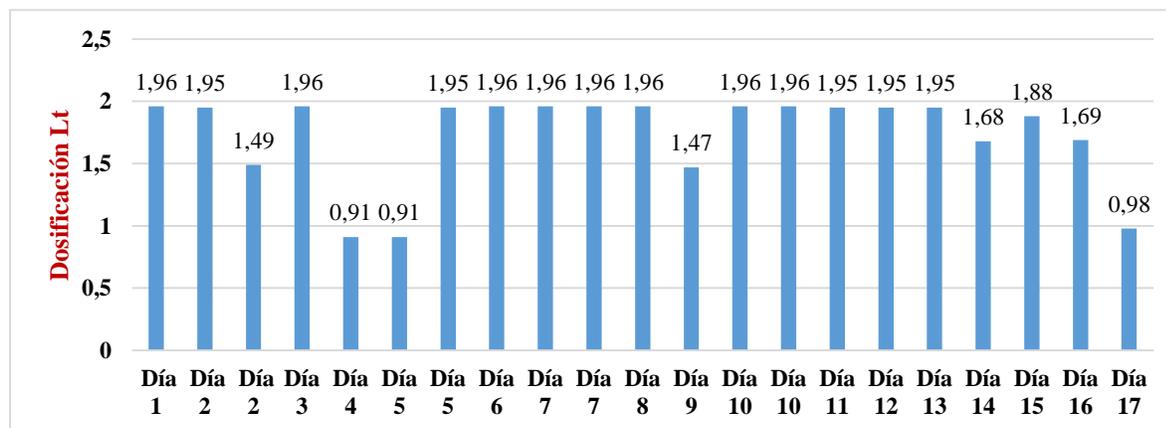
manteniendo un promedio 6,40 Litros al día. El día 14 no fue necesario aplicar esta sustancia, ya que con la adición De Hipoclorito de sodio y Coagulante fue suficiente para obtener la separación de partículas esperada.



**Figura 8.** Dosificación de floculante mes 1

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el primer mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Coagulante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 8 con 3,43 Lt, y con la mínima cantidad aplicada el día 7 con 1.68 Lt, manteniendo un promedio 1.91 Litros al día. Los días 2 y 4 no fue necesario aplicar esta sustancia, ya que con la adición de Hipoclorito de sodio y Floculante fue suficiente para obtener la separación de partículas esperada.



**Figura 9.** Dosificación de hipoclorito de sodio mes 1

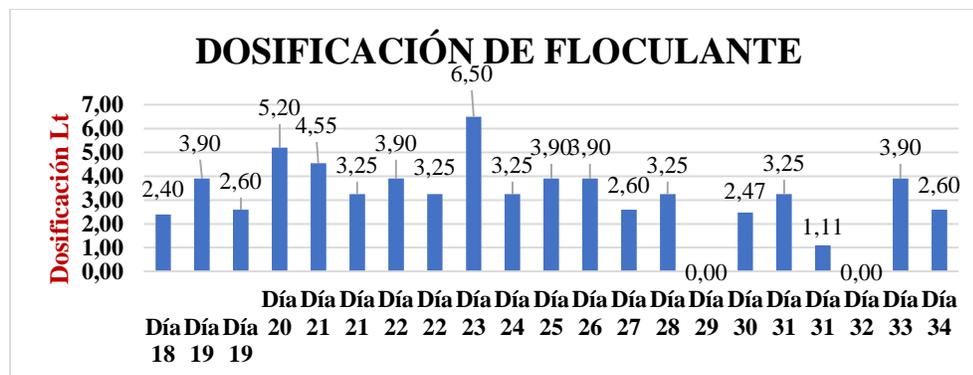
**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el primer mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Hipoclorito de sodio 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación los días 1, 3, 5, 6, 7, 8 y 10, con 1.96 Lt, y con la mínima cantidad aplicada los días 3 y 4 con 0.91 Lt, manteniendo un promedio 1.7 Litros al día.

**Tabla 4.**  
*Dosificación mes 2*

N° Días	Floculante			Coagulante			Hipoclorito			ARI V3	Color
	V1	C2	V4	V1	C2	V4	V1	C2	V4		
18	40	2000	2.40	25	1250	1.50	15	750	0.90	1200	Verde
19	60	3000	3.9	30	1500	1.95	10	500	0.65	1300	Gris
19	40	2000	2.60	35	1750	2.28	5.0	250	0.33	1300	Verde
20	80	4000	5.20	40	2000	2.60	0.0	0.0	0.00	1300	Rosa
21	70	3500	4.55	39	1950	2.54	4.0	200	0.26	1300	Lila
21	50	2500	3.25	35	1750	2.28	0.0	0.0	0.00	1300	Azul
22	60	3000	3.90	40	2000	2.60	2	100	0.13	1300	Azul
22	50	2500	3.25	30	1500	1.95	0.0	0.0	0.0	1300	Azul
23	100	5000	6.50	35	1750	2.28	4.0	200	0.26	1300	Vinotinto
24	50	2500	3.25	20	1000	1.30	6.0	300	0.39	1300	Vinotinto
25	60	3000	3.9	20	1000	1.3	9.0	450	0.59	1300	Vinotinto
26	60	3000	3.9	40	2000	2.60	24	1200	1.56	1300	Verde
27	40	2000	2.60	22	1100	1.43	4.0	200	0.26	1300	Verde
28	50	2500	3.25	40	2000	2.6	0.0	0.0	0.0	1300	Verde
29	0.0	0.0	0.0	20	1000	1.30	0.0	0.0	0.0	1300	neón
30	38	1900	2.47	0.0	0.0	0.00	6.0	300	0.39	1300	Verde
31	50	2500	3.25	46	2300	2.99	9.0	450	0.59	1300	Verde
31	17	850	1.11	20	1000	1.30	6.0	300	0.39	1300	Amarillo
32	0.0	0.0	0.00	35	1750	2.28	10	500	0.65	1300	Verde
33	60	3000	3.90	34	1700	2.21	0.0	0.0	0.00	1300	Verde
34	40	2000	2.60	31	1550	2.02	15	750	0.98	1300	Azul

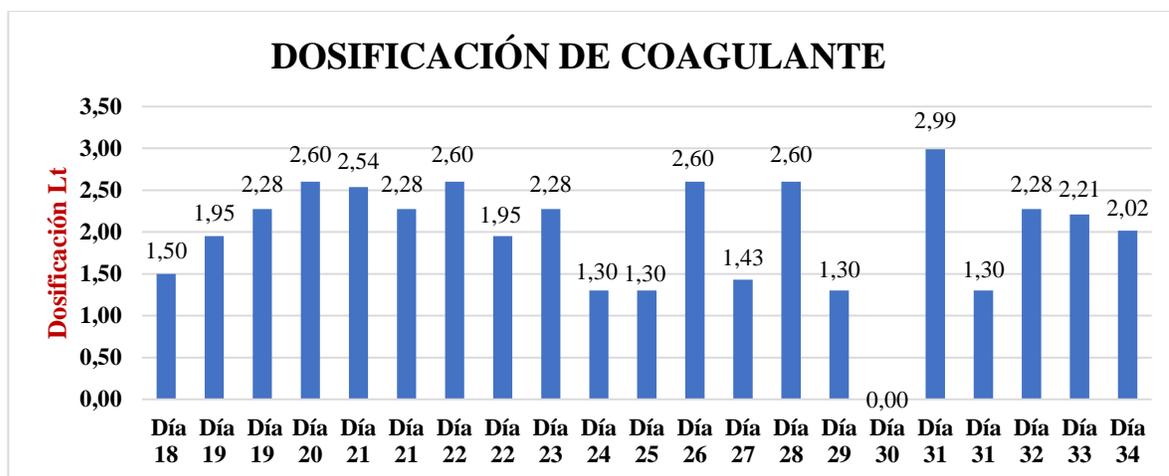
Fuente. Autor de la pasantía, 2020



**Figura 10.** Dosificación de floculante mes 2

Fuente. Autor de la pasantía, 2020.

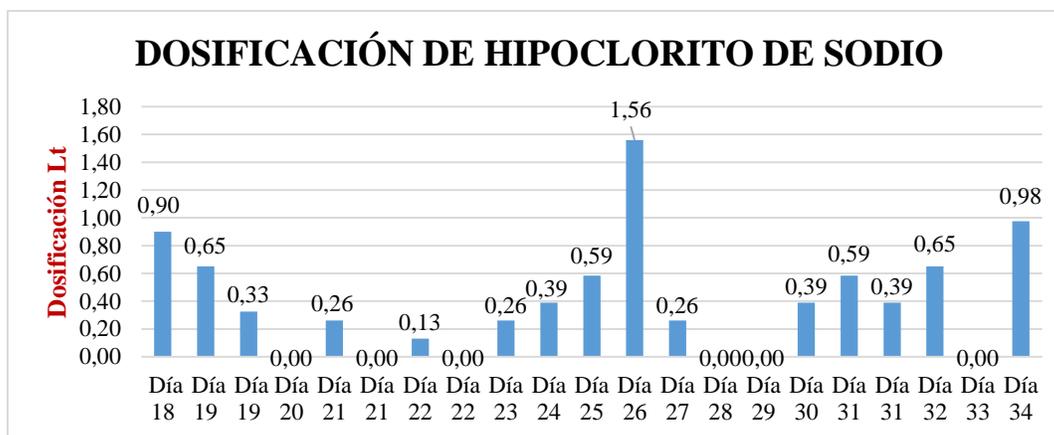
En el segundo mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Flocculante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 23 con 6.50 Lt, con la mínima cantidad aplicada el día 31 con 1.11 Lt, manteniendo un promedio 3.13 Litros al día. Los días 29 y 32 no fue necesario aplicar esta sustancia, ya que con la adición de Hipoclorito de sodio y Coagulante fue suficiente para obtener la separación de partículas esperada.



**Figura 11.** Dosificación de coagulante mes 2

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el segundo mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Coagulante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 31 con 2.99 Lt, y con la mínima cantidad aplicada los días 24, 25 y 29 con 1.30 Lt, manteniendo un promedio 1.97 Litros al día. El día 30 no fue necesario aplicar esta sustancia, ya que con la adición de Hipoclorito de sodio y Flocculante fue suficiente para obtener la separación de partículas esperada.



**Figura 12.** Dosificación de hipoclorito de sodio mes 2

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020.

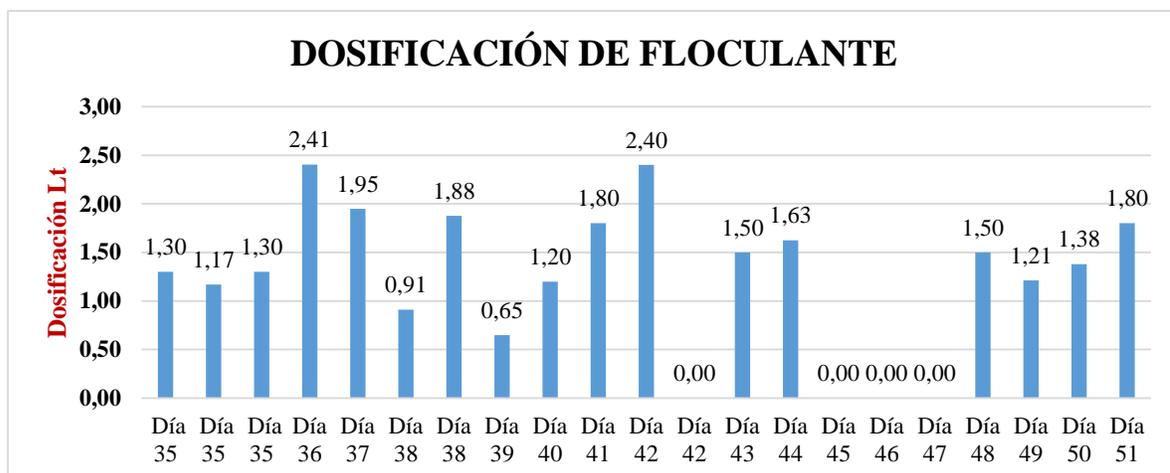
En el segundo mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Hipoclorito de sodio 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 26, con 1.56 Lt, y con la mínima cantidad aplicada los días 21 y 27 con 0.26 Lt, manteniendo un promedio 0.40 Litros al día.

**Tabla 5.**

*Dosificación mes 3*

N° Días	Floculante			Coagulante			Hipoclorito			ARI	Color
	V1	C2	V4	V1	C2	V4	V1	C2	V4	V3	
35	20	1000	1.30	17	850	1.11	10	500	0.65	1300	Azul
35	18	900	1.17	16	800	1.04	16	800	1.04	1300	Azul
36	20	1000	1.30	22	1100	1.43	16	800	1.04	1300	Azul
36	37	1850	2.41	26	1300	1.69	14	700	0.91	1300	Negro
37	30	1500	1.95	24	1200	1.56	15	750	0.98	1300	Morado
38	14	700	0.91	16	800	1.04	12	600	0.78	1300	Morado
38	30	1500	1.88	32	1600	2.00	33	1650	2.06	1250	Verde
39	10	500	0.65	30	1500	1.95	15	750	0.98	1300	Verde
40	20	1000	1.20	27	1350	1.62	15	750	0.90	1200	Verde
41	30	1500	1.80	20	1000	1.20	21	1050	1.26	1200	Verde
42	40	2000	2.40	40	2000	2.40	20	1000	1.20	1200	Blanco
42	0	0	0.00	28	1400	1.82	20	1000	1.30	1300	Gris
43	25	1250	1.50	27	1350	1.62	0	0	0.00	1200	Verde
44	25	1250	1.63	20	1000	1.30	17	850	1.11	1300	Verde
45	0	0	0.00	23	1150	1.38	20	1000	1.20	1200	Gris
46	0	0	0.00	31	1550	2.02	13	650	0.85	1300	Verde
47	0	0	0.00	29	1450	1.60	10	500	0.55	1100	Verde
48	25	1250	1.50	26	1300		15	750	0.90	1200	Verde
49	22	1100	1.21	17	850	1.56	15	750	0.83	1100	Verde
50	23	1150	1.38	25	1250	0.94	14	700	0.84	1200	Verde
51	30	1500	1.80	40	2000	1.50	37	1850	0.22	1200	Negro

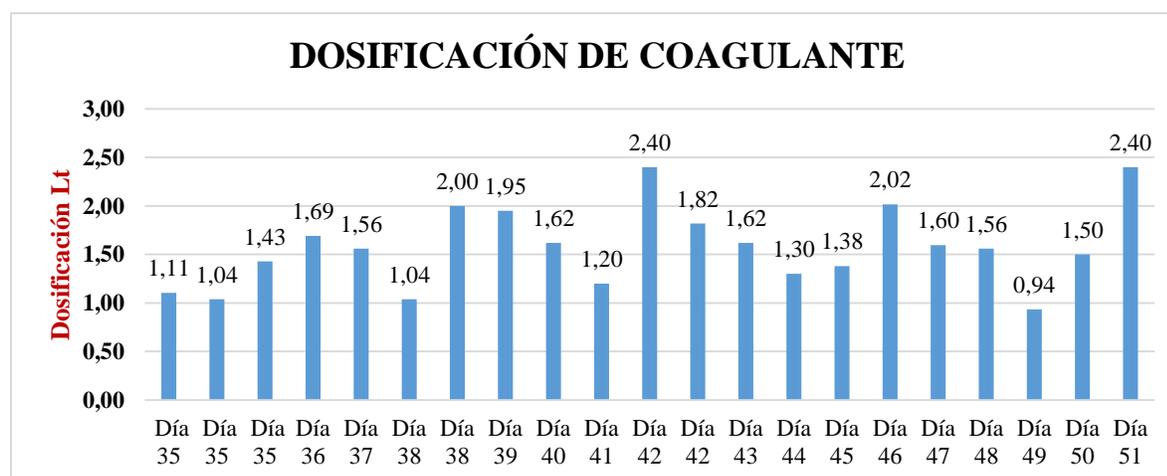
**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020



**Figura 13.** Dosificación de floculante mes 3

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020.

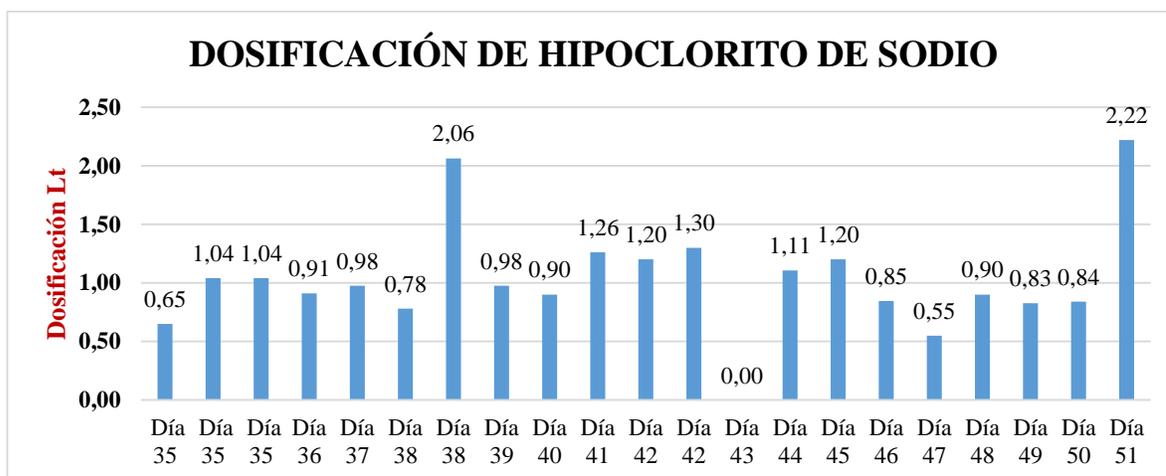
En el tercer mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Floculante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 36 con 2.41 Lt, con la mínima cantidad aplicada el día 39 con 0.65 Lt, manteniendo un promedio 1.24 Litros al día. Los días 42, 45, 46 y 47 no fue necesario aplicar esta sustancia, ya que con la adición de Hipoclorito de sodio y Coagulante fue suficiente para obtener la separación de partículas esperada.



**Figura 14.** Dosificación de coagulante mes 3

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el tercer mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Coagulante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación los días 42 y 51 con 2.40 Lt, y con la mínima cantidad aplicada el día 49 con 0.94 Lt, manteniendo un promedio 1.58 Litros al día.



**Figura 15.** Dosificación de hipoclorito de sodio mes 3

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el tercer mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Hipoclorito de sodio 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 51, con 2.22 Lt, y con la mínima cantidad aplicada el día 47, con 0.55 Lt, manteniendo un promedio 1.03Litros al día. El día 43 no fue necesario aplicar esta sustancia, ya que con la adición de Floculante y Coagulante fue suficiente para obtener la separación de partículas esperada

Tabla 6.

Dosificación mes 4

N° Días	Floculante			Coagulante			Hipoclorito		ARI		Color
	V1	C2	V4	V1	C2	V4	V1	C2	V4	V3	
52	27	1350	1.76	33	1650	2.15	30	1500	1.95	1300	Negro
53	20	1000	1.10	28	1400	1.54	10	500	0.55	1100	Negro
54	0	0	0.00	27	1350	1.62	15	750	0.90	1200	Vinotinto
54	15	750	0.90	26	1300	1.56	17	850	1.02	1200	Morado
55	15	750	0.90	24	1200	1.44	12	600	0.72	1200	Morado
56	25	1250	1.38	27	1350	1.49	15	750	0.83	1100	Anaranjado
57	40	2000	2.40	32	1600	1.92	28	1400	1.68	1200	Gris
57	42	2100	2.31	30	1500	1.65	32	1600	1.76	1100	Azul
58	40	2000	2.40	32	1600	1.92	30	1500	1.80	1200	Negro
59	35	1750	1.58	12	600	0.54	20	1000	0.90	900	Negro
60	40	2000	2.40	28	1400	1.68	30	1500	1.80	1200	Negro
61	30	1500	1.80	30	1500	1.80	40	2000	2.40	1200	Azul
62	50	2500	3.00	20	1000	1.20	16	800	0.96	1200	Azul
63	50	2500	3.00	34	1700	2.04	16	800	0.96	1200	Verde
64	50	2500	2.75	20	1000	1.10	15	750	0.83	1100	Verde
65	40	2000	2.40	20	1000	1.40	12	600	0.72	1200	Morado
66	60	3000	3.90	20	1000	1.30	13	650	0.85	1300	Morado
67	40	2000	2.60	33	1650		17	850	1.11	1300	Rojo
68	35	1750	2.28	19	950	2.15	27	1350	1.76	1300	Rojo
69	50	2500	3.50	20	1000	1.24	15	750	1.05	1400	Rojo
70	40	2000	2.40	20	1000	1.40	35	1750	2.10	1200	Rojo
						1.20					

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

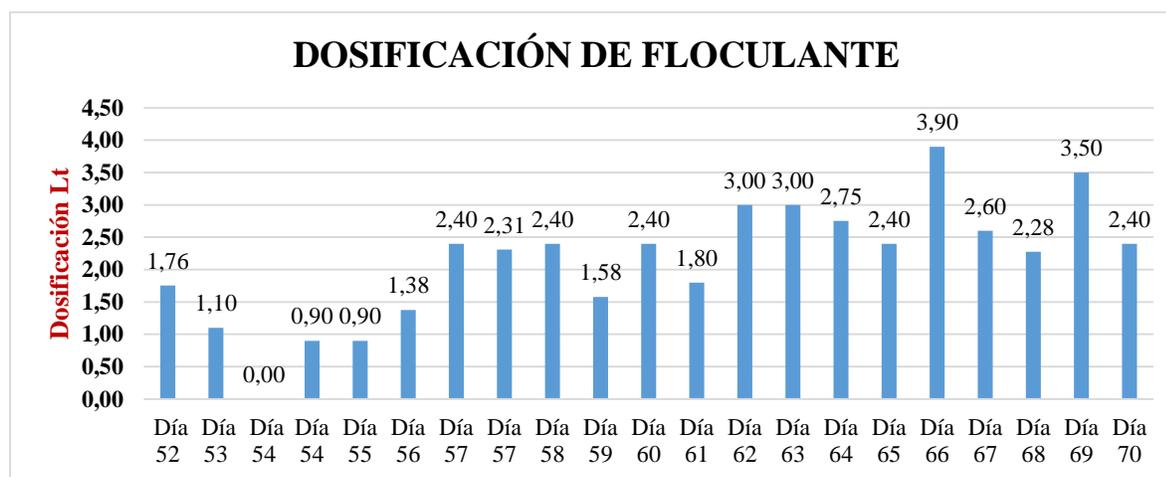
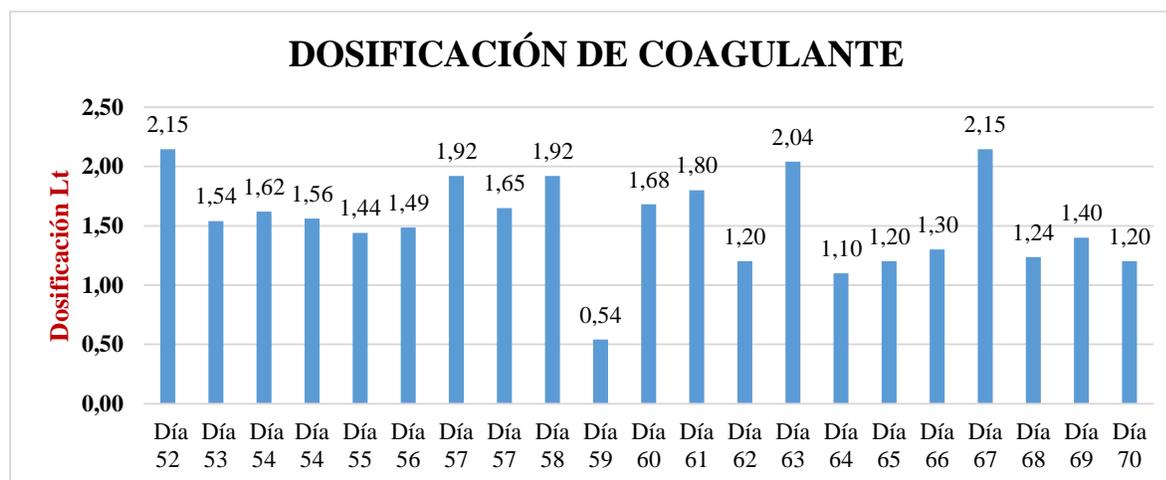


Figura 16. Dosificación de floculante mes 4

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

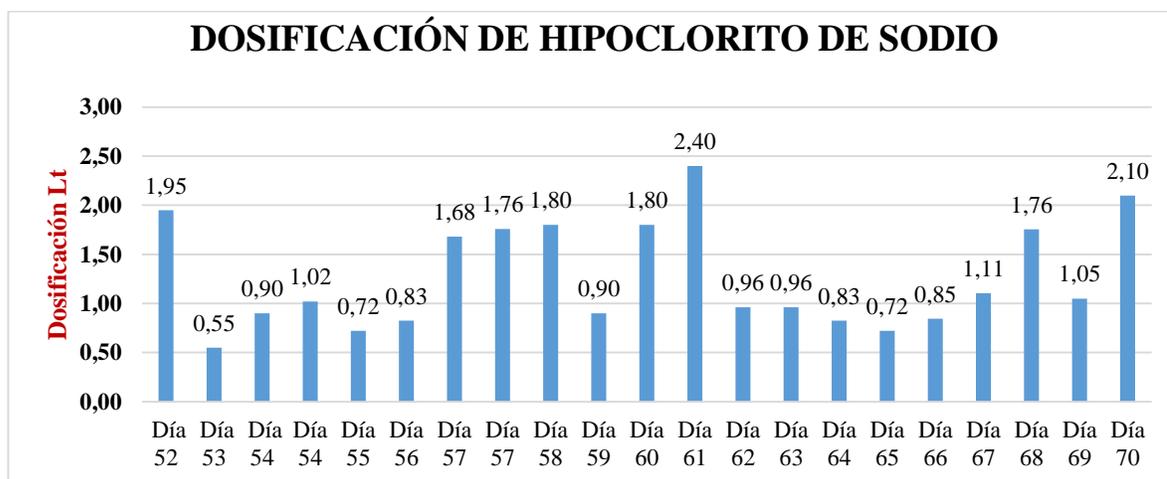
En el cuarto mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Floculante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 66 con 3.90 Lt, con la mínima cantidad

aplicada los días 54 y 55 con 0.90 Lt, manteniendo un promedio 2.13 Litros al día. El día 54 (T2), no fue necesario aplicar esta sustancia, ya que con la adición de Hipoclorito de sodio y Coagulante fue suficiente para obtener la separación de partículas esperada.



**Figura 17.** Dosificación de coagulante mes 4  
**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el cuarto mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Coagulante 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación los días 52 y 67 con 2.15 Lt, y con la mínima cantidad aplicada el día 59 con 0.54 Lt, manteniendo un promedio 1.53 Litros al día.



**Figura 18.** Dosificación Hipoclorito de sodio mes 4  
**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el cuarto mes de tratamiento del Agua Residual Industrial, se aplicó Hipoclorito de sodio 17 días, mostrando la cantidad más alta de aplicación el día 61, con 2.40 Lt, y con la mínima cantidad aplicada el día 53, con 0.55 Lt, manteniendo un promedio 1.27 Litros al día.

**3.1.1.3 Aplicar productos químicos para el tratamiento de aguas residuales.** Una vez realizada la prueba de jarras se procede a realizar los cálculos matemáticos para determinar la dosis productos químicos a aplicar en la tolva del agua a tratar:

$$c2 = \frac{v1 * c1}{v2}$$

Donde:

V1= volumen en mililitros aplicados

V2= volumen del beaker en mililitros

C1= concentración en ppm de la solución (10000 ppm)

C2= concentración en ppm aplicados

Para saber la concentración de producto a aplicar directamente en la tolva de agua a tratar se reemplaza:

$$v4 = \frac{v3 * c2}{1000000}$$

Donde:

V3= volumen de agua almacenada en la tolva a tratar

V4= volumen del producto a aplicar en litros

C2= concentración en ppm aplicados



Figura 19. Almacenamiento de insumos químicos PTARI

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020.

Luego de realizar los cálculos matemáticos se procede a aplicar los productos químicos directamente en la tolva, teniendo en cuenta todas las recomendaciones de seguridad para el operario quien realiza la acción directamente. Donde debe utilizar los Elementos de Protección Personal establecidos en la TSEC-03 Matriz de EPP's, (monogafas, guantes de nitrilo, respirador de vapores, overol y botas de seguridad), con el fin de evitar cualquier riesgo sobre su salud debido al contacto con estas sustancias químicas que pueden resultar perjudiciales para la salud.

Para la aplicación de estos productos se deben seguir los pasos establecidos en el instructivo de operación de la PTARI, donde:

Según el orden de productos aplicados en el test de jarras, se procede a aplicar en la tolva de tratamiento, se aplica el producto 1 y se agita automáticamente, luego se aplica el producto 2, agitándolo durante 5 minutos, se toma una muestra de agua y se verifica la formación de coágulos, para finalmente aplicar el producto 3 mezclando por un periodo de 5 minutos, por un periodo de contacto de 2 horas con el agua residual, con el fin de lograr la sedimentación de las partículas flotantes y un óptimo clarificado del agua.

**3.1.1.4. Realizar filtración del agua clarificada para su reutilización en actividades de limpieza.** Después de dar el tiempo de sedimentación al agua tratada, se procede a realizar un nuevo test de jarras, con el fin de verificar que el clarificado obtenido es aceptable, tomamos un beaker y observamos que no existan sedimentos en el agua y que esté completamente clara para dar paso a la filtración, en caso de observarse la presencia de sedimentos y/o color en el agua tratada, se realiza un nuevo test de jarras para determinar la concentración de productos químicos necesarios para obtener el clarificado esperado, siguiendo el paso a paso del numeral 2, después de obtener los resultados esperados se procede a filtrar el agua clarificada con el fin de remover la mayor carga contaminante, como DQO, Fenoles, TDS y color. Para este proceso primero:

Se realiza un retrolavado de los filtros (filtro de arena y filtros de carbón), con agua potable, para eliminar los contaminantes acumulados en el mismo, resultantes del proceso de filtración del agua clarificada. Se lava uno a uno los filtros, por un periodo en promedio de 15 minutos, donde se verifica la remoción de turbidez del agua, tomando una muestra y verificando a contraluz, hasta observar el agua completamente clara.

Una vez terminado el Retrolavado, se procede a la filtración del clarificado, donde se da paso del agua clarificada a la Batería de filtros, pasando primero por el filtro de arena.

El cual logra que los granos formen un manto atravesado por el agua, donde por causa del tamizado retienen las partículas de mayor tamaño al de los espacios encontrados entre estos granos, este tipo de filtros es una tecnología utilizada desde el siglo XIX en todo el planeta, en tratamiento de aguas. (WIKI WATER, 2018).

Luego se da paso por los filtros de carbón activado.

El cual es un carbón poroso que retiene compuestos principalmente orgánicos que se encuentren en el agua, por lo cual se considera el purificante más utilizado por el ser humano, capaz de retener subproductos resultantes del proceso de tratamiento del agua, compuestos que producen color, aceites, grasas, entre otros. El filtro de carbón se utiliza para eliminar mediante el proceso de adsorción la carga contaminante del agua. (CARBOTECNIA, 2018).

Donde la adsorción en carbono activo se utiliza como tratamiento terciario de aguas residuales municipales e industriales (tratamiento fisicoquímico seguido de tratamiento secundario) o como un paso en el tratamiento fisicoquímico (coagulación, decantación, filtración, adsorción CAG) en lugar del tratamiento secundario. (Ures Rodríguez , Jácome Burgos, & Suárez López, 2014).

Una vez filtrada el agua, se pasa a los tanques de almacenamiento, con capacidad de 2000 litros cada uno, donde se toma una muestra de agua en la entrada a dichos tanques, midiendo parámetros como DQO (Demanda Química de Oxígeno), TDS (Sólidos Disueltos Totales), pH y CE (Conductividad Eléctrica), con el fin de evaluar la efectividad del tratamiento y la calidad del agua tratada.



Figura 20. Batería filtrante  
Fuente: Autor de la pasantía, 2020

### **3.1.2. Establecer acciones de mejora para la reducción de lodos generados durante el tratamiento del agua residual en la empresa Pelikan Colombia S.A.S.**

**3.1.2.1. Identificar las causas del aumento de lodos generados en el tratamiento del agua residual.** Una vez terminado el proceso de filtración del agua residual tratada, se genera como resultante de este proceso el lodo residual industrial, el cual debe ser tratado y dispuesto como Residuo Peligroso según lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, Título 6 Residuos Peligrosos.

El tratamiento presenta retraso en la operación normal de la planta, por el procedimiento de secado, donde una vez clarificada el Agua Residual Industrial, pasa a un filtro de arena lento que requiere mínimo 48 horas para su deshidratación.

Diariamente se tratan 2500-3000 litros de agua; de cada tolva de acondicionamiento, con capacidad de almacenamiento de 1500 litros cada una, resultan de 300-400 litros de lodo

residual, los cuales son vertidos al lecho de secado, pasando por el filtro de arena, al cual se le da un tiempo de secado de 24 horas, cuando no existen picos de producción.



Figura 21. Tolvas de acondicionamiento  
Fuente. Autor de la pasantía, 2020

El resultado obtenido es un residuo con porcentaje de humedad alto 80% debido al tiempo de secado que se da en el lecho, dificultando así su manejo y aumentando costos de disposición final.

Otra de las causas de aumento de Lodos, es que no se efectúe el tratamiento como se indica en el procedimiento, donde se pueda disminuir el tiempo de contacto de los insumos químicos con el agua, lo cual impide que se sedimente completamente las partículas formadas y se depositen en el seno del agua, dificultando el proceso de clarificado y generando una cantidad mayor de agua-lodo, el cual debe ser dispuesto en el lecho de secado y causa retraso en la operación normal.



Figura 22. Lecho de secado de lodos  
Fuente. Autor de la pasantía, 2020

El residuo se dispone como RESPEL, con un gestor autorizado por la autoridad ambiental competente, mediante Licencia Ambiental. Este realiza un pretratamiento de secado y posterior a esto se lleva finalmente el residuo a una celda de seguridad.

**3.1.2.2. Acelerar el secado de lodos mediante la aplicación de floculante.** Debido a los resultados obtenidos en la operación de secado de lodos y a la cantidad de lodo a disponer, se realizaron algunas pruebas con el fin de obtener un Lodo más espeso y/o de fácil secado, donde:

Se aplicó directamente en cada lecho de secado (capacidad de 300-400 litros), 8-10 litros de floculante en promedio, por medio de una agitación manual lenta, con duración de 10 minutos, logrando espesar el lodo residual, resultando así un residuo más deshidratado en 24 horas. Donde se pudo establecer que, a pesar de obtener un secado más rápido, se presentaba mayor esfuerzo por parte del operario de la PTARI, y por lo tanto retraso en la operación normal de la planta por el tiempo empleado para la realización de esta actividad.



Figura 23. Lecho de lodos  
Fuente. Autor de la pasantía, 2020

Se realizó una prueba colocando tela sobre la superficie del lecho de lodos, para ser usada como material filtrante, donde inicialmente se tomó una muestra de 50 litros de lodo y se vertió directamente sobre este material.

El periodo de deshidratación tardó 90 minutos, dando un resultado insatisfactorio, debido a la cantidad mínima tomada como muestra y la duración para lograr el deshidratado.

Diariamente se generan de 300-400 litros de lodo, lo cual implica retrasos en la operación normal de la planta, y en el peor de los casos en los procesos de producción, como preparación de formulaciones para la fabricación de pinturas y tintas.



Figura 24. Lecho de lodo con Tela filtrante  
Fuente. Autor de la pasantía, 2020

Se realizaron modificaciones Hidráulicas a los tanques de clarificado con el objetivo de obtener una succión de agua clarificada a un nivel superior. Inicialmente esta operación se realizaba a un nivel inferior, arrastrando así el lodo residual, al momento de pasar el agua clarificada al sistema de filtración.



Figura 25. Diseño inicial salida de clarificado  
Fuente. Autor de la pasantía, 2020

Este cambio se realizó inicialmente en la tolva de acondicionamiento N°2, el cual consistió en la instalación de una tubería de salida en el conducto de toma de muestras.

Durante una semana se experimentó la eficacia de este nuevo proceso; como resultado de las modificaciones realizadas se logra succionar mayor cantidad de agua clarificada, disminuyendo así el contenido de humedad del lodo y facilitando su deshidratación, al obtener un residuo más espeso.



Figura 26. Tolda de acondicionamiento, diseño inicial PTARI

Fuente. Autor de la pasantía, 2020



Figura 27. Tolda de acondicionamiento con ajuste de válvulas de succión

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

Como complemento para la mejora de la deshidratación del Lodo Residual, se buscó una tela para filtración, con un espesor aproximadamente de una micra, con el fin de retener el residuo sólido y dar paso del agua clarificada al tanque receptor, donde el agua ingresa nuevamente al proceso de tratamiento.

**3.1.2.3. Definir la dosificación de floculante para la deshidratación de lodos.** Una vez evacuado el clarificado, se procede a tomar una muestra de lodo residual y se aplica floculante agitando lentamente, con el propósito de agrupar la mayor cantidad de flóculos y acelerar su precipitación, para obtener un residuo más espeso. En promedio se aplica de 8-10 litros de floculante a 400 litros de agua-lodo, facilitando así su secado y manejo, disminuyendo la cantidad de RESPEL a disponer.

**3.1.2.4. Establecer la relación costo-beneficio de la aplicación de floculante a los lodos resultantes.** Se realiza la identificación de los beneficios y los costos asociados:

**Tabla 7.**

*Beneficios y costos de aplicar floculante al lecho de secado*

BENEFICIOS	BENEFICIOS NEGATIVOS	COSTOS
Disminución de la generación de residuos peligrosos, debido al espesamiento del lodo residual, mediante la aplicación de floculante	Mayor esfuerzo por parte del operario de la PTARI, para lograr obtener un lodo residual más espeso, mediante la agitación manual de floculante	Costo por litro de floculante aplicado al lecho de secado
Reducción de costos de disposición de RESPEL, por la aplicación de floculante, el cual reduce el volumen a disponer. Reducción del tiempo de secado de lodos, por la obtención de un residuo más espeso al aplicar floculante		Costo de mantenimiento de lecho de secado de lodo (cambio de material filtrante).

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

Donde el propósito es identificar y analizar los beneficios que según (Donado, Vides , Simanca, & Galarcio , 2014). Son las ventajas que se pueden generar para el dueño de un proyecto, beneficios negativos representa las desventajas a las que está expuesto el capitalista una vez implemente el proyecto y los costos son los gastos que se generan durante la implementación del proyecto, asociados a construcciones o adecuaciones, operación y mantenimiento (Donado et, al., 2014).

**Tabla 8.**

*Costo mensual de manejo de lodos con aplicación de floculante*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Lodo residual (Lt)	6800	6800	5950	5950
Floculante (Lt/mes)	170	170	153	153
Costo floculante (Lt/mes)	\$ 425.000	\$ 425.000	\$ 382.500	\$ 382.500
Lodos generados con espesamiento (kg)	1174	892	898	942
Costos de disposición de lodos	\$1.016.684	\$772.472	\$777.668	\$815.772
Costo mantenimiento de lecho	\$55.000	\$55.000	\$55.000	\$55.000
Costo mensual operario	\$ 1.330.386	\$ 1.330.386	\$ 1.330.386	\$ 1.330.386
<b>Costo mensual de manejo de lodos</b>	<b>\$ 2.827.070</b>	<b>\$ 2.582.858</b>	<b>\$ 2.545.554</b>	<b>\$ 2.583.658</b>

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

**Tabla 9.**

*Costo mensual de manejo de lodos*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Lodos generados (kg)	2495	2110	1930	1860
Costos de disposición de lodos	\$ 2.160.670	\$ 1.827.260	\$1.671.380	\$ 1.610.760
Costo mantenimiento de lecho	\$ 55.000	\$ 55.000	\$ 55.000	\$ 55.000
Costo mensual operario	\$ 1.330.386	\$ 1.330.386	\$ 1.330.386	\$ 1.330.386
<b>Costo mensual de manejo de lodos</b>	<b>\$ 3.546.056</b>	<b>\$ 3.212.646</b>	<b>\$ 3.056.766</b>	<b>\$ 2.996.146</b>

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

Según los datos analizados se puede decir que la alternativa de aplicación de floculante para obtener un residuo más espeso y por lo tanto de fácil manejo, es viable, ya que se reduce la cantidad de residuo a disponer así:

En el primer mes se logra reducir en un 47.05% la cantidad de lodo a disponer y los costos de tratamiento final por un tercero. En el segundo mes se logra reducir la cantidad generada en 42.27%, al igual que los costos de disposición. En el tercer mes se obtiene una reducción de 46.52 % en generación y disposición final del residuo. En el último mes de tratamiento, se logra obtener 50,64% de reducción en cantidad generada y los costos asociados al manejo final.

Lo anterior contribuye a la minimización de la contaminación del suelo y preservación de los recursos naturales, ahorro en los costos de disposición final de residuos de lodos en celda de seguridad, aunque requiera un mayor esfuerzo por parte del personal operativo, donde su función es la operación y manejo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales y teniendo en cuenta que esta actividad de espesamiento de lodos, se realiza generalmente 2 veces al día, se incluye dentro del procedimiento normal de operación de la PTARI; en temporada de producción alta se puede realizar hasta 3 veces.

**3.1.2.5. Disponer los lodos para su posterior tratamiento.** Una vez se tiene el lodo residual deshidratado, se procede a retirar del lecho de secado, removiendo la cantidad contenida sobre la tela filtrante y almacenando en una caneca plástica con tapa de seguridad, la cual permanece dentro de la PTARI hasta ser llenada completamente. Una vez se llene es llevada al centro de acopio de Residuos Peligrosos, para disposición por un tercero, el cual cuenta con las Licencias ambientales requeridas por la autoridad ambiental para este tipo de tratamientos, donde

inicialmente se realiza una deshidratación del residuo, para ser encapsulado finalmente en una celda de seguridad.

Lo cual queda en constancia dentro de un Certificado de Disposición de Residuo, emitido por el gestor, en un periodo no mayor a 45 días hábiles, para su generación. Los Residuos Peligrosos son entregados cada mes.

$$ILT = \frac{CLG}{CLD} * 100$$

**ILT:** Indicador de lodos tratados

**CLG:** Cantidad de lodos generados

**CLD:** Cantidad lodos de lodos dispuestos



Figura 28. Vehículo de transporte de RESPEL  
Fuente. Autor de la pasantía, 2020



Figura 29. Embalaje del residuo  
Fuente. Autor de la pasantía, 2020

**Tabla 10.**

*Indicador de lodos tratados al mes*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Cantidad de lodos dispuestos (Kg)	1174	892	898	942
Cantidad de lodos generados (Kg)	2495	2110	1930	1860
<b>ILT</b>	<b>47,05%</b>	<b>42,27%</b>	<b>46,53%</b>	<b>50,64%</b>

*Fuente.* Autor de la pasantía, 2020

De la cantidad de lodos generada al mes, el 100% es tratada internamente, por medio del lecho de secado y espesamiento con adición adicional de floculante, resultando en promedio un 46.62 % tratada finalmente y enviada a disposición por un tercero, como resultado del proceso de Tratamiento del Agua Residual Industrial.

**3.1.2.6. Determinar la cantidad de lodos generados mensualmente, por litros de agua tratada.**

$$ILAT = \frac{CLG}{CAT} * 100$$

**ILAT:** Indicador de lodos por litros de agua tratados

**CLG:** Cantidad de lodos generados

**CAT:** Cantidad de agua tratada

**Tabla 11.**

*Indicador de lodos por litros de agua tratados*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
Cantidad de Lodos generados (Kg)	2495	2110	1930	1860
Cantidad de Agua tratada (Lt)	27750	27200	26050	25100
<b>Indicador de lodos (Kg)/agua tratada (Lt)</b>	<b>8.99 %</b>	<b>7.76 %</b>	<b>7.40 %</b>	<b>7.41 %</b>

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

Durante el primer mes de proceso de agua, se trató 27750 Litros de agua, generando así 2495 Kg de lodo, obteniendo un 8.99% de lodos por litro de agua tratada. En el segundo mes de operación, se alcanzó a tratar 27200 Litros de agua, produciendo 2110 Kg de lodos, resultando 7.76% de lodos por litro de agua tratada. En el tercer mes se realizó tratamiento a 26050 Litros de agua, resultando 1930 Kg de lodos, con un 7.40% de lodos por litro de agua tratada. Durante el último mes se trató 25100 Litros de agua, generando 1860 Kg de lodos, obteniendo un 7.41% de lodos por litro de agua tratada. Donde se tiene un promedio de 7.89% de lodos por litro de

agua, la mayor cantidad de agua tratada se presenta en el primer mes de tratamiento, debido al aumento de la producción y por tanto representa un incremento en la fabricación de formulaciones de tintas y temperas, resultando del proceso de lavado de ollas de preparación el Agua Residual Industrial a tratar diariamente, aumentando la generación de lodo residual a disponer mensualmente como Residuo Peligroso.

### **3.1.3. Evaluar el nivel de calidad del agua tratada durante el proceso de operación de la PTARI para dar cumplimiento a la normatividad vigente.**

#### ***3.1.3.1. Medir semanalmente DQO, para verificar el cumplimiento de la normatividad.***

Se realizan mediciones semanales de DQO, con el fin de verificar que se cumpla con lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, artículo 13 y 16, donde se establecen los valores máximos permisibles para descargas a Sistema de Alcantarillado público, específicamente para la actividad Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, donde se exige un cumplimiento en **DQO de 1200 mg/L O<sub>2</sub>**, para descargas.

**Tabla 12.**

*Medición DQO mes 1*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
Afluente (mg/L O <sub>2</sub> )	1500	1500	3000	1500
Clarificado (mg/L O <sub>2</sub> )	91202	1431	1500	975
Efluente (mg/L O <sub>2</sub> )	1180,5	1410	601,5	393

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

Según los resultados en el primer mes de medición, se puede evidenciar un incumplimiento en la salida de la semana 2, con un valor de 1410 mg/L O<sub>2</sub>, ocasionados por descargas inadecuadas al punto de vertimiento, provenientes de actividades ligadas al proceso productivo,

como limpieza de bombas, agujas y otras herramientas con alcohol industrial, lo cual puede representar un aumento en la concentración de sustancias químicas en el agua y por ende un incumplimiento en los parámetros exigidos por la normatividad.

**Tabla 13.**

*Medición DQO mes 2*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>	<b>SEMANA 5</b>
Afluyente (mg/L O <sub>2</sub> )	4061	6646	1500	1890	2146
Clarificado (mg/L O <sub>2</sub> )	3089	2656	1013	1090	1230
Efluente (mg/L O <sub>2</sub> )	452	411	419	444	503

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

Durante el segundo mes de tratamiento, se realizó mediciones las 5 semanas correspondientes al 2 mes, donde se arrojó como resultado el cumplimiento en la muestra de salida de agua al sistema de alcantarillado público, cada semana, demostrando la eficiencia del tratamiento y el compromiso de los colaboradores con el manejo de los vertimientos en el punto de descarga e ingreso a la PTARI.

**Tabla 14.**

*Medición DQO mes 3*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
Afluyente (mg/L O <sub>2</sub> )	2020	2092	2014	2057
Clarificado (mg/L O <sub>2</sub> )	1102	1949	1192	1269
Efluente (mg/L O <sub>2</sub> )	443	225	343	264

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

En el tercer mes de tratamiento, se tomó muestra para realizar las mediciones de los parámetros, durante las 4 semanas del mes, donde se tiene un promedio 318.75 mg/L O<sub>2</sub>, demostrando el cumplimiento en calidad de vertimiento, a la salida de la planta y descarga a la red de alcantarillado, contribuyendo al cuidado y preservación del medio ambiente.

**Tabla 15.**  
*Medición DQO mes 4*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
Afluente (mg/L O <sub>2</sub> )	3000	1808	3000	3000
Clarificado (mg/L O <sub>2</sub> )	1500	1208	1500	2380
Efluente (mg/L O <sub>2</sub> )	312	280	550	489

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020

En el cuarto mes de tratamiento, se realizó parametrización las 4 semanas del mes, obteniendo un resultado favorable, el cual cumple con los requisitos establecidos por la autoridad ambiental competente, en cuanto a descargas de agua de la PTARI al Sistema de Alcantarillado Público.

$$ICM = \frac{TME}{TMP} * 100$$

Donde:

**ICM:** Índice de cumplimiento de mediciones

**TME:** Total de mediciones ejecutadas al día

**TPM:** Total de mediciones programadas

$$ICM = \frac{17 \text{ día}}{17 \text{ día}} X 100 = 100\%$$

Obteniendo un 100% de cumplimiento, según lo planeado, lo cual permite realizar un seguimiento continuo a la eficiencia de la operación de la planta y la calidad del efluente.

Con los resultados obtenidos se permitió realizar seguimiento a la calidad del agua descargada al Sistema de alcantarillado público, donde se obtuvieron resultados favorables en los últimos tres meses de tratamiento, lo cual sirvió de base, para analizar la calidad del vertimiento

y dar cumplimiento a los establecido en la normatividad en cuanto a manejo y tratamiento de efluentes industriales, por lo cual se decidió realizar la caracterización anual de vertimientos y se informó a la autoridad ambiental, en este caso Secretaría Distrital de Ambiente, la fecha y hora de la caracterización y el Laboratorio con el cual se realizaría este muestreo, el cual fue seleccionado teniendo en cuenta el listado de acreditados por el IDEAM, información verificada en la resolución expedida por esta entidad a cada laboratorio certificado, donde se define el alcance y la vigencia.

***3.1.3.2. Medir cada semana parámetros como sólidos disueltos totales (TDS), temperatura, conductividad eléctrica y pH, para verificar el cumplimiento de la normatividad.***

Se realizan mediciones semanales de sólidos disueltos totales (TDS), conductividad eléctrica (CE), temperatura, y pH, estos dos últimos con el fin de verificar que se cumpla con lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, artículo 5, 13 y 16, donde se establecen los valores máximos permisibles para descargas al Sistema de Alcantarillado público, específicamente para la actividad Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, donde se exige un cumplimiento en Temperatura 40°C y pH 5-9 en vertimientos.

**Tabla 16.**

*Medición mes 1*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
TDS (ppm)	1,39	1,64	0,52	0,30
CE (µS)	2870	3220	1080	600
Temperatura (°C)	16	18	16	17
pH (unidades de pH)	6,57	6,93	6,73	6,5

**Fuente.** Autor de la pasantía, 2020.

Durante el primer mes de tratamiento se pudo verificar que se cumplió con los parámetros de descarga exigidos por la normatividad vigente, obteniendo un promedio en pH de 6.68 y Temperatura de 16.75 °C.

**Tabla 17.**

*Dosificación mes 2*

DESCRIPCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
TDS (ppm)	0,21	0,3	0,32	0,30
CE (µS)	420	600	720	620
Temperatura (°C)	17	18	17	18
pH (unidades de pH)	6,47	6,65	6,43	6,5

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

En el segundo mes de tratamiento se obtuvo un resultado en promedio en pH de 6,51 y Temperatura de 17,5 °C, cumpliendo con el valor exigido por la normatividad vigente.

**Tabla 18.**

*Medición mes 3*

DESCRIPCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
TDS (ppm)	0,22	0,28	0,34	0,20
CE (µS)	480	570	590	460
Temperatura (°C)	17	12	19	19
pH (unidades de pH)	6,26	6,43	6,68	6,54

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

En el tercer mes de tratamiento se tomó muestra las 4 semanas correspondientes al mes, dando cumplimiento a los valores máximos permisibles establecida en la norma, obteniendo en promedio en pH de 6,47 y Temperatura de 16,75 ° C.

**Tabla 19.***Medición mes 4*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
TDS (ppm)	0,38	0,35	0,81	0,55
CE (µS)	750	700	1700	1090
Temperatura (°C)	18	17	19	18
pH (unidades de pH)	6,74	7,04	6,80	6,86

Fuente. Autor de la pasantía, 2020

En el cuarto mes de tratamiento los valores registrados cumplieron con lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, con resultado en promedio en cuanto a pH de 6,86 y Temperatura de 18 ° C.

En cuanto a las mediciones de TDS, se definen los Sólidos totales disueltos como la adición de los sólidos suspendidos y disueltos en el agua, que pueden ser componentes orgánicos e inorgánicos, microorganismos y partículas de mayor tamaño como la arena y arcilla (Monroy, y otros, 2017). En cuanto a la CE, Poch (citado por Rugama & Monserrat, 2016), considera que la conductividad es la capacidad que ofrece el agua para transportar la electricidad debido a las sales disueltas que contiene. Donde estas mediciones se realizan con el fin de evaluar la calidad del vertimiento y realizar seguimiento a las condiciones de descarga, cuyo propósito final es disminuir la carga contaminante del agua.

### ***3.1.3.3. Establecer las posibles causas que conlleven al incumplimiento de la legislación.***

Una vez analizado y evaluado todo el proceso de Operación y Tratamiento del agua Residual Industrial, se establecen las causas de incumplimiento normativo, las cuales son:

Fallas en el clarificado del agua, donde no se aplica la cantidad de insumos suficientes y/o no se da el tiempo suficiente de contacto del agua con los productos químicos, por lo cual no es

efectiva la remoción de contaminantes en el agua, elevando los parámetros de descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

Fallas en la operación de filtrado del agua, donde se pueden presentar inconsistencias por la saturación de los filtros ocasionado por el arrastre de material resultante del proceso de clarificado, por lo cual se realiza el retrolavado de los filtros, pero este puede verse afectado por el tiempo requerido para lograr la limpieza óptima, lo cual garantiza la remoción de la carga contaminante que no se logra eliminar durante el clarificado del agua Residual Industrial, generando un posible incumplimiento en los parámetros exigidos por la norma.

Falta de conciencia de personal, al realizar actividades de lavado de utensilios o maquinaria, que contienen solventes capaces de alterar los parámetros fisicoquímicos del agua; el vertido directo de sustancias químicas al punto de lavado, lo cual dificulta el proceso de tratamiento del agua, superando el Límite permisible de descarga a la red de alcantarillado.

Incumplimiento en los tiempos de caracterización anual de vertimientos y envío del informe a la Secretaría Distrital de Ambiente y a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, el cual debe ser enviado en los primeros 4 meses del año, según lo establecido en el permiso de vertimientos concedido, donde se pueden generar multas, sanciones, entre otros.

Incumplimiento en los deberes establecidos dentro del permiso de vertimientos otorgado, ocasionados por cambios o modificaciones en el proceso, las cuales deben comunicarse de forma inmediata una vez se apruebe el cambio dentro de la compañía, con el fin de que la autoridad ambiental analice su viabilidad en materia ambiental.

## Conclusiones

El tratamiento del Agua Residual Industrial permite minimizar los impactos ambientales generados al medio ambiente y por ende contribuir a la preservación de los recursos naturales, por medio de acciones como la reutilización del agua residual tratada, dentro del proceso productivo asociado principalmente a actividades de lavado, reducción de descarga de efluentes al Sistema de Alcantarillado y disminución de la carga contaminante del vertimiento a la red de alcantarillado.

En la búsqueda de alternativas para la reducción de la cantidad de lodo residual generado se realizó la mejora hidráulica para la salida del clarificado, permitiendo así el paso del agua a la batería filtrante y finalmente la salida del lodo al lecho de secado, logrando obtener un residuo más deshidratado, también se adecuó una tela filtrante sobre el lecho de secado, logrando retener mayor cantidad de lodo sólido. Adicional a esto se comprobó que a partir de la aplicación de floculante directamente al lecho de secado se logra obtener un residuo más espeso y de fácil manejo, lo cual permite disminuir la cantidad de residuo peligroso a disponer.

Los parámetros de vertimiento de salida de la planta de Tratamiento presentaron un incumplimiento en la 2 semana de tratamiento, debido a descarga de sustancias no permitidas en el punto de vertimiento interno por parte del personal, por lo cual se realizó sensibilización al personal relacionado con el fin de dar a conocer las consecuencias que representan estas acciones, ya que todos somos responsables del manejo de los residuos internamente, tanto sólidos como líquidos.

Los resultados obtenidos en los 4 meses de tratamiento permiten concluir que la calidad del vertimiento cumple con el límite máximo permisible establecido dentro de la normatividad vigente, por lo cual el procedimiento de Tratamiento del Agua Residual Industrial es efectivo. Sin embargo, no estamos exceptos de presentar un incumplimiento por cambio en algunos procesos, por personal en entrenamiento, o por alguna situación de emergencia, por lo cual es importante evaluar frecuentemente la calidad del vertimiento a través de toma de muestras semanales y caracterización anual de vertimientos.

## Recomendaciones

Con el fin de disminuir la cantidad del lodo residual a disponer y facilitar su manejo, se recomienda mantener la tela filtrante en el lecho de secado de lodo, lo cual permite retener mayor cantidad de sólido y evitar retrasos en la operación normal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales-PTARI; aplicar floculante al lecho de secado para espesar el residuo y agilizar su deshidratación. Adicional a esto se sugiere evaluar la alternativa de implementación de un sistema de secado de lodos como la Filtroprensa, la cual permita reducir la cantidad de residuo a disponer, facilitar su manejo y disposición, y acelerar el proceso de operación de la PTARI.

Es importante tener en cuenta que al momento de cambiar o remplazar alguna materia prima o insumo para la preparación de las formulaciones, se debe realizar una caracterización de la composición química de dichos productos, con el fin de evitar cualquier alteración de los parámetros fisicoquímicos de descarga del vertimiento, lo cual puede ocasionar un incumplimiento de la normatividad, al igual que realizar las mediciones semanales de los parámetros definidos, con el fin de realizar seguimiento a la calidad del efluente.

Para esto se recomienda la supervisión constante de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, lo cual garantiza el tratamiento de los efluentes industriales y el monitoreo frecuente de los parámetros de cumplimiento legal, disminuyendo la degradación de los recursos naturales y los impactos ambientales negativos asociados a la contaminación de los recursos naturales, por descarga de sustancias nocivas al ambiente.

## Referencias

Andía Cardenas, Y. (2000). *Sistemamid*. Obtenido de Sistemamid:

<https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/13/18/669.pdf>

CARBOTECNIA. (2018). Obtenido de CARBOTECNIA:

<https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>

*constitucion politica*. (1991).

decreto 1076. (2015). *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*.

decreto 2811. (1974). *por el cual se crea el codigo nacional de recursos naturales y renovables y de proteccion al medio ambiente*.

Donado, A., Vides , M., Simanca, T., & Galarcio , J. (29 de mayo de 2014). *SlideShare*.

Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/melyvides1/razn-beneficiocosto>

Galvis Toro, J., & Rivera , G. X. (2013). *Biblioteca e información científica Universidad*

*Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Biblioteca e información científica Universidad

Tecnológica de Pereira:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3898/62839G182.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ley, 1333. (2009). *Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones*.

ley, 99. (2009). *congreso de la republica*.

Lizarazo Becerra, J. M., & Orjuela Gutiérrez, M. I. (2013). *Biblioteca digital Repositorio UN*.

Obtenido de Biblioteca digital Repositorio UN:

<http://bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>

Monroy, M. F., Virgues, J., Martínez, J., Santamaria, N., Pardo, C., Prieto, A., . . . Corredor, B.

(17 de Diciembre de 2017). *Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central*. Obtenido de

Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central:

<https://revistas.itc.edu.co/index.php/letras/article/view/171>

Resolucion 02544. (2016). *Por la cual se otorga un permiso de vertimientos y se toman otras determinaciones, a la empresa Pelikan Colombia S.A.S., por un término de 5 años, expedido por la Secretaría Distrital de Ambiente. bogota D.C.*

resolucion 0631. (2015). *Por medio del cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. bogota D.C.*

resolucion 3957. (2009). *Por la cual se establece la norma técnica para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital. BOGOTA D.C.*

Ures Rodríguez, P., Jácome Burgos, & Suárez López. (2014). *INDITEX*. Obtenido de INDITEX:

<https://www.wateractionplan.com/documents/177327/558161/Adsorci%C3%B3n+en+carb%C3%B3n+activo.pdf/29bfa658-fbd1-c98b-1606-8eb1252fc1b9>

WIKI WATER. (2018). Obtenido de WIKI WATER: <https://wikiwater.fr/E21-El-tratamiento-del-agua-por-filtracion-lenta-en-arena-para-uso-familiar>