

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES GENERADA EN LA EMPRESA PRODUCCIÓN Y
GESTIÓN S.A.S

JAVIER EDUARDO CASTELLANOS NIÑO
ANDRES FELIPE QUINTERO CUBILLOS

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.
2019

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES GENERADA EN LA EMPRESA PRODUCCIÓN Y
GESTIÓN S.A.S

JAVIER EDUARDO CASTELLANOS NIÑO
ANDRES FELIPE QUINTERO CUBILLOS

Proyecto integral de grado para optar el título de:
INGENIERO QUÍMICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2019

Nota De Aceptación:

Ingeniero Juan Andrés Sandoval Herrera

Ingeniera Angie Tatiana Ortega Ramírez

Bogotá, D.C. Agosto, 2019.

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente Institucional y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García- Peña

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Decano Facultad de Ingeniería

Ing. Julio César Fuentes Arismendi

Director Programa de Ingeniería Química

Ing. Leonardo de Jesús Herrera Gutiérrez

Las directivas de la Fundación Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado en primera instancia a Dios quien nos permite día a día dar cumplimiento a las metas propuestas sorteando los obstáculos que se interponen en nuestro camino y a nuestras familias quienes estuvieron presentes en cada uno de los procesos llevados a cabo para la culminación de esta etapa y el inicio de un nuevo camino.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Producción y Gestión S.A.S por abrirnos las puertas y permitirnos desarrollar el proyecto.

Al químico industrial Fernando Estupiñán por el tiempo dedicado en asesorías y el conocimiento brindado para el óptimo desarrollo del proyecto.

A la Universidad de América por brindarme los conocimientos y las herramientas necesarias para la ejecución de este proyecto.

A nuestras familias por el apoyo tanto moral como económico que nos prestaron.

CONTENIDO

	pág.
1. MARCO CONCEPTUAL	22
1.1 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	22
1.1.1 Características de las aguas residuales industriales:	23
1.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	23
1.2.1 Pretratamiento.	24
1.2.2 Tratamiento primario	24
1.2.3 Tratamiento secundario:	27
1.2.4 Tratamiento terciario:	29
1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS INDUSTRIAS	30
1.3.1 Industria de fabricación de jabones, detergentes, productos de uso cosmético y fragancias.	30
1.3.2 Industria de plaguicidas.	31
1.4 NORMATIVIDAD	33
2. GENERALIDADES	37
2.1 COMPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	37
2.1.1 Contaminantes habituales en las aguas residuales de la industria cosmética y de jabones	38
2.1.2 Contaminantes habituales en las aguas residuales de la industria de fabricación de pesticidas	38
3. DIAGNÓSTICO	40
3.1 CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA SEGÚN SU ACTIVIDAD ECONÓMICA	40
3.2 PLANES DE PRODUCCIÓN	40
3.3 DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE PRODUCCIÓN	42
3.4 BALANCE HIDRICO	46
3.4.1 Redes de aguas residuales	46
3.4.2 Consumo de agua.	47
3.4.3 Consumo de agua en producción	48
3.4.4 Agua residual industrial	49
3.5 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL	51
3.5.1 Descripción y sitio del muestreo.	51
3.5.2 Determinación del caudal	52
3.5.3 Determinación de pH y Temperatura	52
3.5.4 Caracterización inicial y comparación con la normatividad	55
4. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE ACUERDO CON UN DESARROLLO EXPERIMENTAL	57
4.1 ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL.	57

4.2 MATRIZ DE DECISIÓN	60
4.3 DESARROLLO EXPERIMENTAL.	68
4.3.1 Pre-experimentación	68
4.3.2 Selección de los insumos	69
4.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	81
5. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS.	85
5.1 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS.	85
5.1.1 Trampa de grasas.	86
5.1.2 Tanque de homogenización y oxidación	89
5.1.3 Tanque clarificador:	93
5.1.4 Bombas.	97
5.2 DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS	98
5.2.1 Agente oxidante (Peróxido de hidrogeno)	98
5.2.2 Coagulante.	99
5.2.3 Floculante.	100
5.3 ÁREA DISPONIBLE	101
6. COSTOS	102
6.1 COSTOS DE INVERSIÓN	102
6.2 COSTOS DE OPERACIÓN	103
6.2.1 Costo de insumos.	103
6.2.2 Costos de energía.	104
6.2.3 Costo mano de obra.	105
6.3 COSTOS TOTALES	105
6.4 COSTO DEL TRATAMIENTO ACTUAL DE AGUAS RESIDUALES	106
7. CONCLUSIONES	107
8. RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS	114

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos de agua residual industrial.	34
Tabla 2. Cantidad de producto fabricado para el año 2018	41
Tabla 3. Plan de producción según industria	41
Tabla 4. Consumo de agua por categoría (m ³)	48
Tabla 5. Volumen de agua mensual tratado por empresa externa año 2018	49
Tabla 6. Consumo anual por área durante el año 2018	50
Tabla 7. Muestreo y preservación	52
Tabla 8. Resultados caracterización inicial de parámetros fisicoquímicos y comparación con normatividad	55
Tabla 9. Matriz de decisión para selección de las alternativas	63
Tabla 10. Resultados caracterización final y comparación con la normatividad.	81
Tabla 11. Porcentaje de remoción de los contaminantes.	82
Tabla 12. Dimensionamiento básico de los equipos	97
Tabla 13. Dosificación de insumos	101
Tabla 14. Costo de equipos	102
Tabla 15. Costo de los insumos	104
Tabla 16. Costo de mano de obra	105
Tabla 17. Costo total de operación	105

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Área blanca. Fabricación de cosméticos	37
Imagen 2. Alistamiento de material para fabricación	44
Imagen 3. Área de premezcla	44
Imagen 4. Área de fabricación	45
Imagen 5. Área de envasado	45
Imagen 6. Área de etiquetado y Termoencogido	46
Imagen 7. Área de almacenamiento y distribución	46
Imagen 8. Ensayo de jarras pre-experimentación	69
Imagen 9. Trampa de grasas casera	86
Imagen 10. Simulación homogenización-oxidación en laboratorio	86
Imagen 11. Simulación coagulación – floculación	86
Imagen 12. Área disponible en la empresa para implementación	101

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Tipos de coagulación	25
Cuadro 2. Clasificación de los procesos de oxidación avanzada.	27
Cuadro 3. Tratamiento secundario de aguas residuales	28
Cuadro 6. Asignación de valores de la matriz de decisión.	64
Cuadro 7. Ventajas y desventajas de los agentes oxidantes	70
Cuadro 8. Resultados de la oxidación.	72
Cuadro 9. Ventajas y desventajas de algunos coagulantes	73
Cuadro 10. Resultados coagulación	76
Cuadro 11. Dosificación del coagulante	77
Cuadro 12. Ventajas y desventajas de floculante.	78
Cuadro 13. Índice de Willcomb	80
Cuadro 14. Resultados de la floculación.	80

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Porcentajes de fabricación de cada industria en Producción y Gestión S.A.S.	42
Gráfica 2. Consumo de agua en Producción y Gestión durante el 2018.	47
Gráfica 3. Variación del caudal respecto a las muestras tomadas los días de lavado de equipos	53
Gráfica 4. Variación de la temperatura respecto a las muestras tomadas los días de lavado de equipos.	54
Gráfica 5. Variación del pH respecto a las muestras tomadas los días de lavado equipos.	54
Gráfica 6. pH durante la experimentación.	83
Gráfica 7. Turbidez durante la experimentación.	84

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Diagrama general del proceso productivo.	43
Diagrama 2. Diagrama general del proceso productivo	51
Diagrama 3. Alternativa A	58
Diagrama 4. Alternativa B.	59
Diagrama 5. Alternativa C	60
Diagrama 6. Guía de laboratorio para selección de oxidante	71
Diagrama 7. Selección coagulante	75
Diagrama 8. Selección del floculante.	79

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Cálculo de caudal de agua de consumo diario	47
Ecuación 2. Agua requerida para producción	48
Ecuación 3. Consumo de agua doméstica	50
Ecuación 4. Área trampa de grasas	87
Ecuación 5. Área de un paralelogramo	87
Ecuación 6. Relación ancho/longitud para la trampa de grasas	87
Ecuación 7. Volumen útil	88
Ecuación 8. Profundidad útil	88
Ecuación 9. Volumen del tanque de homogenización y oxidación	89
Ecuación 10. Volumen de un cilindro	90
Ecuación 11. Diámetro del tanque de homogenización - oxidación	90
Ecuación 12. Altura del tanque de homogenización - oxidación	90
Ecuación 13. Área del tanque de homogenización - oxidación	90
Ecuación 14. Diámetro del agitador	91
Ecuación 15. Altura del agitador	91
Ecuación 16. Longitud de la paleta de agitación del tanque de homogeneización - oxidación	91
Ecuación 17. Diámetro del disco del agitador tanque de homogeneización - oxidación	92
Ecuación 18. Potencia requerida del tanque homogeneizador	92
Ecuación 19. Volumen del tanque clarificador	93
Ecuación 20. Cálculo tangente sección cónica del tanque clarificador	94
Ecuación 21. Cálculo cateto opuesto sección cónica tanque clarificador	94
Ecuación 22. Volumen de la sección conica	95
Ecuación 23. Volumen sección cilíndrica del tanque clarificador	95
Ecuación 24. Altura sección cilíndrica del tanque clarificado	95
Ecuación 25. Altura total del tanque clarificador	95
Ecuación 26. Área del tanque clarificador	96
Ecuación 27. Dilución de soluciones	98

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Resultados caracterización inicial	115
Anexo B. Hoja de seguridad peróxido de hidrogeno.	116
Anexo C. Hoja de seguridad sulfato de aluminio	126
Anexo D. Hoja de seguridad hipoclorito de sodio	135
Anexo E. Hoja de seguridad del hidroxiclورو de aluminio	144
Anexo F. Hoja de seguridad poliacrilamida aniónica	149
Anexo G. Ficha técnica Ultrafloc 110	153
Anexo H. Resultados caracterización final	154
Anexo I. Cotización equipos del tratamiento	155
Anexo J. Cotización tratamiento actual de aguas residuales en la empresa Producción y Gestión S.A.S.	157
Anexo K. Factura referida al pago de energía de la empresa Producción y Gestión S.A.S	159

ABREVIATURAS

A.R.I: agua Residual Industrial

°C: grado centígrado

cm: centímetro

COP: peso colombiano

DQO: demanda química de oxígeno

DBO: demanda biológica de oxígeno

g: gramo

h: hora

Kg: kilogramo

L: litro

m: metro

m²: metro cuadrado

m³: metro cubico

min: minuto

mL: mililitro

NTU: unidad nefelométrica de turbidez

PAC: hidroxiclورو de aluminio

ppm: partes por millón

rpm: revoluciones por minuto

Q: caudal

S: segundo

SST: solidos suspendidos totales

GLOSARIO

Agua residual industrial (ARI): agua procedente de los procesos industriales, las características del agua dependen del proceso en el cual se utilizó como materia prima o insumo y los contaminantes presentes son variados.

Contaminante: son todos aquellos productos químicos, desechos o materiales de diferente naturaleza que alteran la calidad del agua.¹

Carga contaminante: medida que representa la masa de contaminante por unidad de tiempo que es vertida por una corriente residual.²

Efluente industrial: refiere al líquido residual que emana de un proceso.

Flóculos: aglomeración de partículas sólidas en un líquido generas posterior al proceso de clarificación del agua.

pH: medida de la acidez o alcalinidad de una solución. Definida por el químico danés Sorensen como el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógeno.

Prueba de jarras: técnica de laboratorio para simular el proceso de coagulación – floculación.

Sistema de tratamiento: conjunto de operaciones consecutivas que tienen como objetivo modificar las características de un efluente y de esta manera disminuir la carga contaminante contenida.

Vertimiento: refiere a la descarga del líquido residual a un cuerpo hídrico o un sistema de alcantarillado.

¹ CALVO FLOREZ, F. G. Contaminación del agua. 2018. 7-11 p.

² URIBE VÉLEZ, Álvaro and RODRÍGUEZ GONZÁLEZ RUBIO, Cecilia. DECRETO NÚMERO 3100 DE 2003. Colombia: 2003. 2

RESUMEN

Para el desarrollo del proyecto de grado se genera la propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa Producción y Gestión S.A.S, una empresa dedicada a la fabricación de cosméticos, pesticidas y jabones.

La postulación de la propuesta se lleva a cabo mediante el desarrollo de cuatro objetivos principales iniciando con el diagnóstico del estado actual del vertimiento en donde se realiza una clasificación de la empresa según la actividad productiva, la descripción de los procesos que tienen lugar en la empresa, el balance hídrico para conocer la cantidad de agua que requiere ser tratada en el sistema propuesto y, por último, una caracterización inicial del efluente en donde se observa según la resolución 635 de 2015, la cual regula los vertimientos en Colombia, el incumplimiento en la concentración de los parámetros DQO, DBO, Tensoactivos y Grasas y aceites. Estos parámetros son el punto de partida para ejecutar el segundo objetivo y realizar la selección del sistema de tratamiento.

Se inicia con la postulación de tres alternativas que, según la bibliografía, logran disminuir los parámetros críticos de las aguas residuales de este tipo de industrias, mediante la implementación de una matriz de decisión en la cual se califican determinados rubros para cada una de las alternativas, se realiza la selección del sistema de tratamiento que se simula a nivel experimental.

La simulación del sistema se lleva a cabo teniendo en cuenta los equipos necesarios para cada proceso postulado. De esta manera se tiene en el montaje experimental una trampa de grasas casera, una prueba de jarras para simular la homogenización y oxidación química del agua y posteriormente el proceso de clarificación.

Una vez realizado el montaje experimental se recolecta el agua tratada y es enviada a un laboratorio externo para la realización de la caracterización final en la cual se obtiene como resultado la disminución en la concentración de DQO, DBO y Grasas y aceites, de la misma manera se evidencia el cumplimiento de estos con la normatividad vigente; en el caso de los tensoactivos, aunque se presenta una disminución porcentual grande, la concentración obtenida no se encuentra dentro de los valores máximos permisibles en norma, por lo cual se dan unas sugerencias al final de la propuesta debido a la facilidad para el tratamiento de este parámetro. Una vez corroborada la efectividad del sistema se efectúa el dimensionamiento de los equipos teniendo en cuenta la cantidad de agua a tratar y la frecuencia con la cual se va a efectuar el tratamiento del efluente, se realiza la dosificación de los insumos necesarios para la implementación de cada proceso y para culminar con el desarrollo del proyecto se ejecuta el último objetivo determinando los costos de inversión y los costos de operación asociados al desarrollo de la propuesta.

Palabras claves: tratamiento de aguas, floculación, coagulación, tensoactivos, cosméticos.

INTRODUCCIÓN

Los procesos industriales que se desarrollan actualmente para la elaboración de diversos de productos ha traído consigo una problemática a nivel ambiental que genera cambios en los ecosistemas. Una de estas problemáticas es la disposición final que se le da a los residuos líquidos generados para la fabricación de cada producto. Para darle frente a este problema en particular, la legislación colombiana implementa la resolución 631 del 2015, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, que regula los valores máximos permitidos en los vertimientos de aguas residuales.

Los establecimientos industriales para el año 2016 realizaron inversiones por 77.015 millones de pesos para la gestión de las aguas residuales siendo esto un (32,6%) de la inversión total en protección y conservación del ambiente.³ Teniendo en cuenta esto la empresa Producción y Gestión S.A.S se proyecta para abarcar la problemática de los residuos líquidos y así disminuir el impacto ambiental que estos generan.

Este proyecto de grado se desarrolla para proponer y evaluar el uso de un sistema de tratamiento para los residuos líquidos generados en la empresa Producción y Gestión S.A.S caracterizados por concentraciones altas en varios parámetros exigidos por la norma (DBO, DQO, Fenoles, Grasas y Aceites, Tensoactivos) y de esta manera evitar sanciones de tipo legal y económico debido al incumplimiento de la normativa vigente y a su vez contribuir a la disminución del impacto ambiental.

³ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. Encuesta Industrial Ambiental. [sitio web]. Bogotá: DANE. 21016. [Consulta: 27 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co>.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en los procesos productivos de la empresa PRODUCCIÓN Y GESTIÓN S.A.S.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar el proceso y estado actual de las aguas residuales generadas en la fabricación de cosméticos, productos de uso doméstico y agropecuario.
- Seleccionar la alternativa de tratamiento de aguas residuales indicada de acuerdo con un desarrollo experimental.
- Establecer las especificaciones técnicas del sistema de tratamiento seleccionado.
- Determinar el costo del sistema de tratamiento de aguas residuales.

1. MARCO CONCEPTUAL

Las aguas residuales industriales son una de las fuentes de contaminación más importantes del recurso hídrico, debido al rápido desarrollo y el crecimiento acelerado que ha tenido la industria, se da el uso de enormes cantidades de agua como materia prima, medios de producción, limpieza y funcionamiento y para refrigeración en cada uno de los procesos productivos. Por tal motivo muchos de los procesos en los que se ve involucrada el agua proporcionan cierta carga de contaminantes que se van a encontrar al final del proceso en el efluente de agua residual de cada empresa. Debido a esto se ve la necesidad de diseñar un sistema de tratamiento de agua residual específico para cada tipo de industria y proceso productivo.⁴

En este primer capítulo se hace una contextualización de los temas que abarca la investigación y se provee una visión general acerca de varios aspectos teóricos tenidos en cuenta para el desarrollo del proyecto.

1.1 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Se denomina agua residual industrial a toda aquella que ha sufrido cambios y por ende se han visto afectadas sus características fisicoquímicas debido a la utilización en procesos industriales, bien sea como materia prima del proceso, vehículo de otras materias, fluido térmico o servicios auxiliares (limpieza general lavado etc.)⁵. Cada uno de estos posibles usos puede generar una pérdida en la calidad del agua al adquirir, durante el proceso, una carga contaminante en la cual se encuentran contaminantes importantes como microbios patógenos, sustancias que consumen el oxígeno del agua, sólidos en suspensión, materia orgánica y metales pesados entre otros.⁶

Precisando lo anterior, se entiende que, para evitar problemas de tipo ambiental, legal y económico, que puedan ser generados debido a la mala disposición del agua residual, es importante realizar un tratamiento para reducir la concentración de los contaminantes presentes y de esta manera poder hacer la adecuada descarga del residuo líquido al ambiente.

⁴ FRIHA, Inés. Treatment of cosmetic industry wastewater by submerged membrane bioreactor with consideration of microbial community dynamics. [En línea]. 2013. p.1.

⁵ BAUTISTA CARMONA, Patricia. Tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética mediante el proceso Fenton y con el sistema Fe/γ-Al₂O₃/H₂O₂. Tesis doctoral. Madrid – España. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. 2008. 21 p.

⁶ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. [sitio web]. UNESCO. [Consulta: 12 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-36-industrial-wastewater/>

1.1.1 Características de las aguas residuales industriales. Las características de las aguas residuales por lo general son de tipo físico químico y biológico y varían según la industria en la cual se esté utilizando el recurso hídrico ya sea como materia prima en el proceso productivo o para el funcionamiento de la empresa. Debido a cada uno de estos procesos la calidad del agua se ve afectada por la acción de diferentes contaminantes. El conocimiento de cada uno de los contaminantes presentes en el agua es un paso importante para la selección de los métodos de tratamiento debido a que al tener conocimiento de estos se puede generar un posible tratamiento efectivo para la eliminación o disminución de cada contaminante.

En cuanto a la industria de fabricación de jabones, detergentes y productos de uso cosmético y la industria de las fragancias los contaminantes más abundantes contenidos en el agua residual elevan la concentración de parámetros importantes como: grasas y aceites, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno (DQO), tensoactivos⁷ y demanda biológica de oxígeno (DBO)⁸.

En la industria de productos agroindustriales, los parámetros que más se ven afectados son, pH, DQO, DBO, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, nitratos, nitritos y alcalinidad⁹.

1.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Se define como tratamientos de aguas residuales a un conjunto de técnicas, sistemas y operaciones de tipo físico, químico o biológico realizados a los residuos líquidos generados durante cualquier proceso en el cual el recurso hídrico interviene. De esta manera, el fin de estos tratamientos es la eliminación o disminución de la carga contaminante de un efluente antes de su disposición final y su objetivo básico refiere a la protección de la salud y el bienestar de la sociedad.¹⁰ Los tipos de tratamientos de agua residual utilizados dependen del proceso en el cual se generó el residuo, la cantidad de agua a tratar, los contaminantes presentes en el agua residual, el uso que se le quiera dar al agua tratada y el tipo de agua que se quiere obtener.¹¹

⁷ DIAS DE MELO, Elisa. Toxicity identification evaluation of cosmetics industry wastewater. [En línea]. 2012. p.1.

⁸ OIDOR PULIDO, Diana Marcela. Desarrollo De Una Propuesta Para Un Sistema De Tratamiento De Agua Residual De La Empresa Biobrill S.A.S. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Bogotá- Colombia. Fundación universidad de América. Facultad de ingenierías. 2018.19 p.

⁹ FORIGUA MEDINA, Margarita María. Desarrollo De Una Propuesta De Mejoramiento Para El Tratamiento De Aguas Residuales De La Planta De Nitrato De Amonio En Fertilizantes Colombianos Ferticol S.A. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Bogotá- Colombia. Fundación universidad de América. Facultad de ingenierías. 2016. 61 p.

¹⁰ ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios del diseño. 3ª ed. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. 129 p. ISBN 9588060133 9789588060132.

¹¹ AGUASISTEC. Planta de Tratamiento de Agua. [sitio web]. Lima. [Consulta: 15 marzo 2019]. Disponible en: <http://www.aguasistec.com>

En el siguiente ítem se exponen los diferentes tipos de tratamientos de agua residual.

1.2.1 Pretratamiento. Se refiere a ciertas operaciones realizadas para el acondicionamiento de este tipo de agua antes de que ingrese en alguna unidad de tratamiento; su finalidad es la remoción de la mayor cantidad de partículas sólidas de gran tamaño para evitar que causen dificultades de mantenimiento y operación en los equipos del sistema de tratamiento y aumentar la eficiencia en la remoción de la carga contaminante en las etapas siguientes.¹²

Dentro de los pretratamientos están las siguientes operaciones:

- **Trampa de grasas:** en este tipo de pretratamiento la grasa flota hacia la superficie libre de agua en donde es retenida mientras que el agua es descargada. El proceso se realiza mediante flotación y su eficiencia depende de las dimensiones del tanque, debido a que, a mayor tamaño, se logra aumento en la remoción y del mantenimiento que se le realice.¹³
- **Decantación:** este método utiliza la gravedad como fuerza impulsora, separando sólidos en suspensión del agua que los contiene mediante sedimentación.
- **Flotación:** se basa en el principio de diferencia de densidades y se realiza mediante burbujas diminutas de un gas, generalmente aire el cual se adhiere a las partículas sólidas creando una densidad menor en el sistema partícula – burbuja¹⁴ logrando el ascenso a la superficie para su posterior separación.
- **Tamizado:** este método consiste en hacer pasar el agua residual por una serie de mallas o tamices encargados de retener las partículas de mayor tamaño.

1.2.2 Tratamiento primario. Los tratamientos primarios se realizan a las aguas residuales industriales con el fin de disminuir y remover parcialmente los sólidos en suspensión y la materia orgánica. Estos tratamientos son de tipo fisicoquímico y constituyen un método de preparación del agua para el tratamiento secundario. Este tipo de tratamiento tiene un porcentaje de remoción de cerca del 40% de la DBO y 60% de los sólidos suspendidos en el agua residual.¹⁵ Los tratamientos primarios se centran en la clarificación como proceso general y se realizan mediante subprocesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

1.2.2.1 Coagulación. Este proceso, también conocido como desestabilización, consiste en anular las fuerzas repulsivas (cargas electronegativas) entre las

¹² ROMERO, Tratamiento de aguas residuales, Op. cit, p. 130.

¹³ Ibid., p. 730.

¹⁴ Ibid., p. 345.

¹⁵ Ibid., p. 130.

partículas mediante la adición de un reactivo (sales coagulantes) y la aplicación de energía de mezclado en un tanque para generar una solución homogénea. Se da en tres etapas: primero ocurre la hidrólisis, que refiere a la disociación del coagulante en el agua; seguido de la difusión, en donde se da la dispersión homogénea del coagulante en la masa de agua; y, por último, la reacción y es esta etapa en la cual el coagulante desestabiliza y neutraliza las partículas coloidales en suspensión; estas tres etapas ocurren en un lapso muy corto.¹⁶

En el cuadro 1 se describen los tipos de desestabilización que se evidencian durante el proceso de coagulación.

Cuadro 1. Tipos de coagulación

Tipos de desestabilización en la coagulación	Descripción
Compresión de la doble capa	Una dosis de coagulante logra la atracción de las cargas contrarias de la capa móvil que se comprimen sobre la capa fija del coloide. Está siempre asociado a la adsorción y neutralización de cargas.
Adsorción y neutralización de cargas	Las sales coagulantes se disocian iónicamente en el agua y neutralizan las cargas negativas de la superficie del coloide. Está siempre asociado con la compresión de la doble capa.
Adsorción y puente	Se da principalmente con la aplicación de polímeros (polielectrolitos) aniónicos cuyas moléculas poseen grupos químicos que absorben las partículas coloidales. No obstante, la reacción de las sales coagulantes con los coloides también propicia la aparición de puentes de hidrógeno y otro tipo de enlaces.
Incorporación o barrido	Un exceso de coagulante forma una nata esponjosa precipitable que arrastra consigo los coloides hasta el fondo del sedimentador. Se usa especialmente con aguas de muy baja turbiedad ¹⁴ .

Fuente: LOZANO RIVAS. William Antonio y LOZANO BRAVO, Guillermo. Potabilización del agua. 2015.

➤ Tipos de coagulantes

- **Sales de aluminio:** los coagulantes de este tipo son eficientes en un rango entre 5 y 9 unidades de pH y conllevan la formación de un floc medio. El más usado por a su bajo costo y fácil manejo es el sulfato de aluminio (alumbre), que debe aplicarse siempre en solución con una concentración generalmente del 6% y cuya dosis varía entre 10 y 150 mg/L según la calidad del agua.¹⁷
- **Sales de Hierro:** este tipo de coagulantes tienden a formar un floc de mayor peso y su rango eficiente de pH tiene mayor amplitud con respecto a las sales

¹⁶ LOZANO RIVAS. William Antonio y LOZANO BRAVO, Guillermo. Potabilización del agua. Principios de diseño, control de procesos y laboratorio. 1ª ed. Bogotá. Universidad Piloto de Colombia. 2015. ISBN 978-958-8537-91-7

¹⁷ *Ibíd.*, p.

de aluminio. En este grupo de coagulantes están el cloruro férrico, sulfato férrico y sulfato ferroso.¹⁸

- **Coagulantes alternativos:** son coagulantes inorgánicos y pre polimerizados. No se ven afectados de gran manera por la temperatura y el pH, como si ocurre con las sales de hierro y aluminio; entre estos se cuenta el policloruro de aluminio (PAC). Su eficiencia depende de qué productos intermedios de la hidrólisis reaccionan con las impurezas presentes en el agua a tratar.¹⁹

1.2.2.2 Floculación. Se refiere a la agregación de los coloides, a través de la aplicación de energía mediante agitación suave de las partículas coloidales previamente desestabilizadas por coagulación. Se realiza para favorecer la formación de aglomerados o flóculos de mayor tamaño y peso que pueden precipitar a causa de la fuerza de gravedad.²⁰

➤ **Clasificación de los floculantes**

- Floculantes minerales: dentro de estos está la sílice activada que no se usa mucho debido a que presenta riesgo de gelatinización.²¹
- Floculantes orgánicos naturales: este tipo de floculantes hace referencia a aquellos extraídos de sustancias de origen animal o vegetal y que son polímeros naturales como por ejemplo el alginato de sodio y los almidones extraídos de papa y yuca.²²
- Floculantes orgánicos de síntesis: son macromoléculas obtenidas por asociación de monómeros sintéticos. Pueden ser aniónicos como el ácido acrílico, neutros como las poliacrilamidas o catiónicos.²³
- Floculantes inorgánicos: son electrolitos, sales solubles en agua conformadas por cationes polivalentes. Entre estos encontramos sales de hierro, aluminio y sílice.²⁴

¹⁸ *Ibíd.*, p.

¹⁹ COGOLLO FLÓREZ, Juan Miguel. CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS: CASO DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO. *Revista Universidad Nacional de Colombia*. 2011. Vol. 78, nro. 165, pp 18-27. ISSN 0012-7353

²⁰ LOZANO RIVAS. *Op. cit.*, p.

²¹ DÍAZ CLAROS, José Nahum. Coagulantes-floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas. Tesis de maestría. Tegucigalpa-México. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencias Naturales. 2014. 24 p.

²² *Ibíd.*, p.25.

²³ *Ibíd.*, p.26.

²⁴ *Ibíd.*, p.25.

1.2.2.3 Sedimentación. Este proceso se realiza en seguida de la coagulación - floculación y permite que, por la acción de la gravedad y debido al peso y tamaño de los flocs, estos sedimenten al fondo del tanque para ser removidos como lodo residual; de esta manera se da la remoción de sólidos sedimentables y material flotante para la reducción del contenido de sólidos suspendidos en el agua.

1.2.2.4 Oxidación. El objetivo de este proceso es el uso de la oxigenación como herramienta para oxidar materia orgánica y de esta manera disminuir el parámetro de la demanda bioquímica de oxígeno. Se realiza con la adición de reactivos como el peróxido de hidrogeno y el permanganato de potasio.

➤ **Procesos de oxidación avanzada:** involucran generación y uso del radical hidroxilo debido a su alto potencial oxidante. En este tipo de procesos el radical hidroxilo se puede generar por medios fotoquímicos o mediante otra forma de energía, ver cuadro 2.²⁵

Cuadro 2. Clasificación de procesos de oxidación avanzada.

<i>Procesos no fotoquímicos</i>	<i>Procesos fotoquímicos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Ozonización en medio alcalino (O_3/HO^-) • Ozonización con peróxido de hidrógeno (O_3/H_2O_2) • Procesos Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) y relacionados • Oxidación electroquímica • Radiólisis y tratamiento con haces de electrones • Plasma no térmico • Descarga electrohidráulica-Ultrasonido 	<ul style="list-style-type: none"> • Fotólisis con radiación ultravioleta lejano • UV/H_2O_2 • UV/O_3 • Foto-Fenton y relacionadas • Fotocatálisis heterogénea

Fuente: BAUTISTA CARMONA, Patricia. Tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética mediante el proceso Fenton y con el sistema $Fe/\gamma-AI_2O_3/H_2O_2$. 2008.

1.2.3 Tratamiento secundario. Este tipo de tratamiento de agua residual se emplea para degradar la materia orgánica y reducir la demanda biológica de oxígeno y los sólidos en suspensión que no lograron ser retirados por medio del tratamiento

²⁵ BAUTISTA CARMONA. Op. cit. p. 29.

primario. El tratamiento secundario se realiza mediante microorganismos en condiciones aerobias o anaerobias. En el cuadro 3 se puede observar los distintos procesos de tipo biológico que se utilizan según el requerimiento o no de oxígeno. Tienen como objetivo degradar la materia orgánica, utilizando nitrógeno, fósforo y la misma materia orgánica como nutrientes y transformándola en biomasa, biogás y lodos de digestión.²⁶

Cuadro 3. Tratamiento secundario de aguas residuales

Tipo	Crecimiento	Proceso	Uso principal
Aerobios	Suspendido	Lodos activados	Remoción de DBO y nitrificación
		Convencional	
		mezcla completa	
		aireación escalonada	
		estabilización y contacto	
		oxígeno puro	
		tasa alta	
		aireación prolongada	
		proceso Krauss	
		zanjón de oxidación	
	Lagunas aireadas	Remoción de DBO y nitrificación	
	Digestión aerobia	Remoción de DBO – estabilización	
	Lagunas aerobias	Remoción de DBO y nitrificación	
Adherido	Filtros percoladores	tasa baja	Remoción de DBO y nitrificación
		tasa alta	
		Torres biológicas	
	Unidades rotatorias de contacto biológico	Remoción de DBO y nitrificación	
	Reactores de lecho fijo	Remoción de DBO y nitrificación	
Anóxicos	Suspendido adherido	Bardenpho	Remoción de DBO, N y P
		Desnitrificación	Remoción de nitrógeno
		Desnitrificación	Remoción de nitrógeno

²⁶ JURAČKA, Peter Jan. Gestión ambiental municipal. Tratamiento de Depuración de Aguas II: Tratamientos Convencionales. [sitio web]. España. 2011. [Consulta: 2 diciembre 2018]. Disponible en: <http://tecnicoambientalenreciclaje.blogspot.com/2011/11/tratamiento-de-depuracion-de-aguas-ii.html>.

Cuadro3. (continuación)

Anaerobios	Suspendido	Digestión anaerobia	Remoción de DBO – estabilización
		Anaerobio de contacto	Remoción de DBO
	Híbrido	Lagunas anaerobias	Remoción de DBO – estabilización
		Manto de lodos – flujo Ascensional (PAMLA) o UASB	Remoción de DBO y SS
	Adherido	Filtro anaerobio	Remoción de DBO – estabilización
		Lecho expandido	Remoción de DBO – estabilización

Fuente: GARIBAY CCOLQUE, Jorge y ORELLANA COZ, Betsabé. Estudio de la capacidad de los filtros biológicos aireados de flujo vertical, como tratamiento secundario de un efluente de rafa para agua residuales provenientes de la industria de camal. 2011. 30 p.

- Tratamientos aerobios: tratamientos en los cuales, los microorganismos utilizados para la degradación de la materia orgánica son consumidores de oxígeno y los productos generados tras la degradación de la materia orgánica son CO₂, NH₃ y H₂O principalmente.²⁷
- Tratamientos anaerobios: se realizan bajo condiciones anaerobias debido a que se favorece el crecimiento microbiano a causa de la falta de luz y de oxígeno, este tipo de tratamiento genera eficiencias en la remoción de la materia orgánica en cerca del 70%, un 30% de sólidos suspendidos y una baja eliminación de bacterias.²⁸

1.2.4 Tratamiento terciario. Este tipo de tratamientos se encargan principalmente de la remoción de nitrógeno, fósforo, compuestos orgánicos e inorgánicos y en su etapa final el manejo de lodos residuales.²⁹ Para la eliminación del nitrógeno se recurre a procesos en condiciones aerobias y anaerobias liberando el nitrógeno al ambiente en forma de N₂ y para la eliminación del fosforo se utilizan microorganismos aerobios o anaerobios que son los encargados de almacenar este contaminante.³⁰

²⁷ MARADONA, Enrique y VALDEZ, Cesaro. Handbook of Wastewater Treatment. Biological Methods, Technology, and Environmental Impact. New York: Nova Science Publishers, 2012. 253 p. ISBN 9781622575916.

²⁸ *Ibíd.*, p. 256.

²⁹ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Gestión para el manejo, tratamiento, y disposición final de las aguas residuales municipales. Bogotá D.C- Colombia. El Ministerio. 2002. 39 p. ISBN 9589487467

³⁰ CENTRO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL AGUA DE SEVILLA (CENTA). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. [En línea]. Alianza por el agua. Sevilla- España. ARPIrelieve. 2008. [Citado el: 29 de Noviembre de 2018]. Disponible en: <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>. ISBN: 8497171721

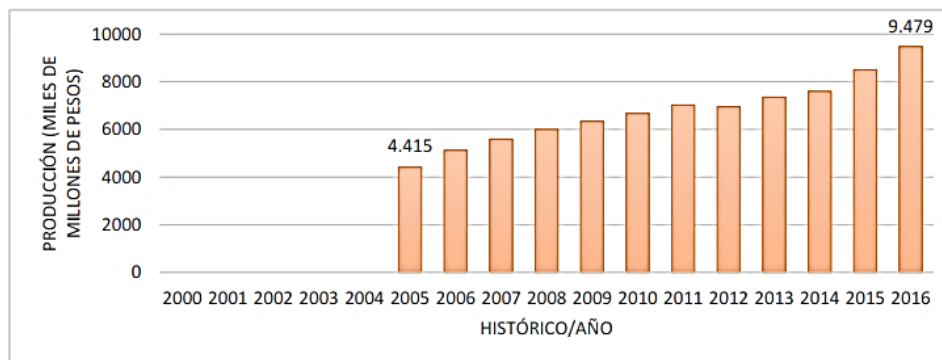
El fin de los tratamientos terciarios es la disminución de contaminantes específicos para posteriormente dar buena disposición al vertimiento o la posible reutilización del agua, para esto se realiza una desinfección generalmente mediante la aplicación de cloro o con tecnologías alternativas como radiación UV, ozonización o empleo de membranas que aseguran la calidad final del agua tratada.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS INDUSTRIAS

1.3.1 Industria de fabricación de jabones, detergentes, productos de uso cosmético y fragancias. La industria cosmética es uno de los sectores con mayor crecimiento en la economía colombiana con un 8,7% de crecimiento anual.³¹ Según analistas de la Cámara de Comercio de Bogotá, para el año 2020, este sector alcanzará en promedio US 4,2 millones de ventas. En el año 2017 se registraron ventas de 3,4 millones de dólares, cerca del 1,3 % del producto interno bruto del país.³²

Según cifras nacionales del DANE, se evidencia en la figura 2 un crecimiento en los últimos 5 años, interpretándose como estabilidad económica en el entorno.

Figura 1. Producción anual, sector cosméticos y aseo.



Fuente: DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Cuentas Nacionales. 2016.

En cuanto al proceso de fabricación general de la industria cosmética, la cadena productiva empieza con la extracción y suministro de materias primas provenientes de productos agrícolas; se realiza el procesamiento y posibilita la producción con ingredientes que sirven para el desarrollo de los cosméticos; luego se comercializa, comprendiendo empaquetamiento, transporte y distribución hasta el cliente final.

³¹ MEJIA ZAPATA, Camilo. Estudio sobre la Bioeconomía. Análisis de sector cosmético y aseo. Medellín- Colombia. Corporación Biointropic. 2018. 9 p. Informe DNP: 202. Anexo 4.

³² CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Futuro prometedor para la industria cosmética en Colombia. [sitio web]. Bogotá: Portafolio. 2018. [Consulta: 22 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Cosmeticos/Noticias/2018/Julio-2018/Futuro-prometedor-para-la-industria-cosmetica-en-Colombia>

Uno de los principales problemas de este tipo de industria es la contaminación del recurso hídrico generada por las materias primas e insumos utilizados en los procesos como pueden ser los aditivos, entre los principales se encuentran pequeñas cantidades de perfumes, blanqueadores, abrillantadores ópticos y agentes espumantes; es importante recalcar que la producción de espuma está determinada por el tipo de surfactante utilizado; los surfactantes aniónicos tienen mayor generación comparados con los surfactantes catiónicos y no iónicos.

En cuanto a la biodegradabilidad, tanto los detergentes como los jabones son biodegradables, pero esta se ve limitada si los compuestos se encuentran en exceso en un cuerpo de agua. Las normas actuales en casi todo el mundo exigen el uso de detergentes biodegradables.

1.3.2 Industria de plaguicidas. Los pesticidas son sustancias químicas, orgánicas, inorgánicas o microbiológicas, cuyo objetivo es controlar el crecimiento de poblaciones de plantas, animales y microorganismos que producen efectos tóxicos y perjudican la sanidad humana y de los alimentos. Estos tipos de productos son indispensables para la producción agrícola, el transporte, almacenamiento y distribución de alimentos.

Dentro de la estructura química de un plaguicida es necesario un ingrediente activo técnico, el cual es todo producto orgánico o inorgánico, natural, sintético o biológico, con determinada actividad plaguicida y un ingrediente inerte, para la preparación de la formulación.

En el cuadro 4 se observan los principales plaguicidas, el modo de acción y los organismos que combaten.

Cuadro 4. Principales plaguicidas.

Nombre genérico	Clase	Plaga	Modo de acción	Ejemplos
Insecticidas	Organofosforados	Insectos voladores, saltadores y caminadores	Alteración de la excitabilidad del sistema nervioso	Clorpirifos Metilazinfos, Diazinon
	Carbamatos			Carbaril, Propoxfur
	Piretroides			Deltametrina β -ciflutrina
	Organoclorados			DDT* Lindano*, Endosulfan*, Dieldrin*
Herbicidas	Inhibidores de la síntesis de biomoléculas	Malezas	Inhiben la síntesis de aminoácidos esenciales para la vida vegetal Interfieren otros procesos críticos para el desarrollo completo de la planta-maleza	Glifosato Glufosinato Atrazina, Linuron 2,4-D, Dicamba Paraquat
	Otras clases			
Rodenticidas	Cumarínicos Indanedionas	Ratas, ratones y otros roedores silvestres	Inhiben la síntesis hepática de factores de coagulación sanguínea	Brodifacum, Cumatetralilo Warfarina Clorfacinona
Fungicidas	Imidazoles Dicarboximidias Pirimidinas Piperazinas Triazoles Carbamatos Amidas de arilo	Hongos, mohos	Desorganización de estructuras o funciones celulares esenciales para la supervivencia	Metalaxil, Vinclozolina Triadimefon

Fuente: WOLANSKY, Marcelo Javier. Plaguicidas y salud humana. 24 p.

Cada plaguicida trae consigo riesgos. Existen agencias que controlan el uso adecuado como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Agencia Reguladora de Manejo de Pestes (PMRA) en Canadá.

En el cuadro 5, se evidencia una de las clasificaciones de los pesticidas más utilizada la cual relaciona el grupo químico con el mecanismo de acción en las plagas.³³

³³ BEDMAR, Francisco. Informe especial sobre plaguicidas agrícolas. Mar de la Plata- Argentina. Universidad Nacional del Mar de la Plata. 2011. 12 p. Vol. 21. Nro. 122.

Cuadro 5. Agentes activos y función según tipo de plaguicida

Tipo de producto	Modo o sitio de acción	Grupo químico
Insecticidas	Interferencia del sistema nervioso	Organoclorados, organofosforados, carbamatos
		Piretroides, piretrinas, fiproles-fenilpirazoles
		Avermectinas, nicotinoídes-nitrometilenos
		Nicotina
	Reguladores del crecimiento	Benzoil-fenilureas, benzamidas, benzoil-hidrazinas
	Toxinas alimentarias	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Sistema respiratorio	Fosfuros, bromuros, etcétera	
Tóxicos físicos	Aceites minerales, tierra de diatomeas, geles de sílice	
Fungicidas	Inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos	Fenilamidas, pirimidinas, derivados de hidrocarburos aromáticos, carboximidias
		Derivados del benzimidazol
	Mitosis y división celular	Ditiocarbamatos, benzimidazoles
		Fenilureas, benzamidas
	Respiración: inhibición de la producción de ATP en los procesos enzimáticos del metabolismo energético	Carboximidias, quinonas, cúpricos, arsenicales, derivados del estaño, disulfuros, ditiocarbamatos, estrobirulinas
	Síntesis de aminoácidos y proteínas	Anilino pirimidinas
	Transducción de señales	Quinolinas, fenilpirroles, dicarboximidias
	Síntesis de lípidos y membrana	Dicarboximidias, hidrocarburos aromáticos
		Clorofenoles, nitroanilinas, ditiocarbamatos, amidias
	Biosíntesis de esteroles en las membranas	Morfolinas, triazoles
Alteración de la estructura celular	Dodecilguanidina	
Acción múltiple	Cúpricos, sulfúricos, ditiocarbamatos, ftalamidas, cloronitrilos, sulfamidias, guanidinas, triazinas, quinonas	
Inhibición de la acetil coenzima A carboxilasa	Aniloxi-fenoxi, ciclohexanodionas	
Herbicidas	Inhibición de la acetil lactato sintetasa	Imidazolinonas, sulfonilureas, sulfonamidias
	Inhibición de la formación de microtúbulos	Dinitroanilinas
	Auxinas sintéticas	Clorofenóxicos, derivados del ácido benzoico
		Ácidos piridin carboxílicos, ácidos quinolin carboxílicos
	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II	Triazinas, triazinonas, uracilos, ureas sustituidas, benzotiadiazonas, carbamatos, amidias
	Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II y respiración	Benzonitrilos
	Inhibición de la protoporfirinógeno oxidasa	Difeniléteres, N-feniltalamidas, oxadiazoles
		Triazolinonas
	Inhibición de la síntesis de lípidos	Tiocarbamatos
	Desviación del flujo electrónico en el fotosistema I	Bipiridilos
	Inhibición de la síntesis de carotenoides	Isoxasoles, nicotinanilidas, otros
	Inhibición de la síntesis de proteínas, metabolismo de lípidos y división celular	Acetanilidas
	Interferencia en la actividad enzimática y precipitación de proteínas	Carboxílicos aromáticos
Interferencia en el metabolismo del fósforo	Arsenicales	
Inhibición de la enolpiruvil shikimato-fosfato sintetasa	Glicinas	

Fuente: WOLANSKY, Marcelo Javier. Plaguicidas y salud humana. 24 p.

1.4 NORMATIVIDAD

En Colombia el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el encargado de establecer las políticas y regulaciones para el aprovechamiento sostenible de los

recursos naturales renovables y el ambiente de la nación.³⁴ Este ministerio expide la resolución 631 del 17 de marzo del 2015 para la regulación de los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público,³⁵ dicha resolución entra en vigencia desde el primero de enero del año dos mil dieciséis y establece los valores límites máximos permisibles para los parámetros establecidos, ver tabla 1.

La empresa Producción y Gestión S.A.S está regida por la resolución 631 de 2015 en el artículo 13 el cual cita lo siguiente “Parámetros fisicoquímicos que monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con fabricación y manufactura de bienes.”.³⁶ los parámetros considerados en dicho artículo se exponen a continuación.

Tabla 1. Parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos de agua residual industrial.

Parámetros	Unidades	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario	Fabricación de jabones detergentes y productos cosméticos	Fabricación de sabores y fragancias
GENERALES				
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	5,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O2	600,00	500,00	600,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O2	200,00	250,00	300
Solidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	200,00	80,00	70,00

³⁴ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 3570, Artículo 1 y Artículo 2. (27, Septiembre, 2011). Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

³⁵ COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No. 0631 del 17 de marzo 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado publico y se dictan otras disposiciones. 19 p.

³⁶ Ibid., p.19.

Tabla 1. (Continuación)

Solidos				
Sedimentables (SSED)	mg/L	1,00	1,00	2,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00	15,00	10,00
Fenoles	mg/L	0,20	0,20	0,20
Formaldehido	mg/L			Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	10,00	Análisis y Reporte
HIDROCARBUROS				
Hidrocarburos Totales	mg/L		10,00	
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) BETX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L		Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados Absorbibles (AOX)		Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	
COMPUESTOS DE FÓSFORO				
Ortofosfatos	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	
COMPUESTOS DE NITRÓGENO				
Nitratos	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	
Nitritos	mg/L		Análisis y Reporte	
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	
IONES				
Cloruros	mg/L	Análisis y Reporte	250,00	500,00
Sulfatos	mg/L	Análisis y Reporte	400,00	500,00

Tabla 1. (Continuación)

Sulfuros	mg/L		1,00	
METALES Y METALOIDES				
Arsénico (As)	mg/L	0,10	0,10	
Cadmio (Cd)	mg/L		0,05	
Cinc (Zn)	mg/L	3,00	3,00	
Cobalto (Co)	mg/L			
Cobre (Cu)	mg/L	1,00	1,00	
Cromo (Cr)	mg/L	0,50	0,50	
Mercurio (Hg)	mg/L	0,01	0,01	
Níquel (Ni)	mg/L		0,50	
Plomo (Pb)	mg/L		0,20	
Titanio (Ti)	mg/L			
OTROS PARÁMETROS PARA ANÁLISIS Y REPORTE				
Acidez Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₄	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Cálrica	mg/L CaCO ₅	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO ₆	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m-1	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No. 0631 del 2015.

2. GENERALIDADES

La empresa Producción y Gestión S.A.S. ubicada en el municipio de Funza, departamento de Cundinamarca, es una compañía que presta servicios de maquila, desarrollo y acondicionamiento de productos cosméticos, dispositivos médicos y productos de higiene doméstica y uso agroindustrial. Durante el proceso de producción se integran solventes, aceites, colorantes, agua y fenoles. En la empresa se da el uso de agua tanto en las áreas administrativas en lo que concierne a baños y cafetería como en el área de producción al ser incluida en el proceso de fabricación y lavado de equipos, en la imagen 1 se puede observar el área de fabricación de cosméticos en la cual se elaboran la mayoría de los productos comercializados por la empresa, por ende, cada una de estas actividades generan aguas residuales que deben ser tratadas previamente para su posterior vertimiento a los canales hídricos.

Imagen 1. Área blanca. Fabricación de cosméticos



Fuente: elaboración propia

2.1 COMPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), y el pH. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no de forma biológica. La DBO suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. El contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, 40% de proteínas y 10% de grasas, el pH puede variar de 6,5 a 8,0.

2.1.1 Contaminantes habituales en las aguas residuales de la industria cosmética y de jabones.

- Grasas y aceites: son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que, al ser inmiscibles con el agua permanecerán en la superficie, dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estos compuestos entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.³⁷
- Residuos con requerimiento de oxígeno: son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo con un consumo de oxígeno del medio. Estas oxidaciones se realizan ya sea por vía química o biológica.³⁸
- Nitrógeno y fósforo: son compuestos que tienen gran relevancia en el deterioro del agua, usualmente su presencia en las aguas residuales se debe al uso de detergentes.³⁹
- Materia sólida: la materia sólida presente en un agua suele agruparse en tres categorías; materias decantables, en suspensión y residuos sólidos disueltos y sólidos en suspensión.⁴⁰
- Agentes tensoactivos: son compuestos químicos orgánicos cuya molécula está constituida por una cadena polar alifática, que es hidrofílica (soluble en agua) y una aromática que se caracteriza por ser hidrofóbica (insoluble en agua). Reducen la tensión superficial del líquido, y a su vez el paso de oxígeno.⁴¹

2.1.2 Contaminantes habituales en las aguas residuales de la industria de fabricación de pesticidas

- Surfactantes: están relacionados con los residuos de agentes tensoactivos, entre los cuales se incluyen dos grandes tipos de tensoactivos aromáticos, tales como: aniónicos y no aniónicos. Estos compuestos se usan como detergentes, agentes

³⁷ CÁRDENAS CASTAÑEDA, Diana Constanza. Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales para su reúso en el proceso productivo de una industria de jabones. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. Bogotá- Colombia. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. 2008. 25 p.

³⁸ Ibid., p. 25.

³⁹ Ibid., p. 25.

⁴⁰ Ibid., p. 25.

⁴¹ CUBILLOS, David y MONCADA, Juan. Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de remoción foto catalítico de tensoactivos aniónicos. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. Bogotá- Colombia. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. 2006. 3 p.

adherentes, dispersantes, emulsificantes, solubilizantes y agentes espumantes.⁴²

- Compuestos organoclorados: son los compuestos más polémicos de los utilizados para el control de plagas, por su alta toxicidad, presentan gran persistencia y bio-magnificación⁴³
- Compuestos organofosforados: hacen referencia a sustancias orgánicas derivadas de la estructura química del fósforo.⁴⁴
- Sustancias químicas inorgánicas: en este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo que en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos y corroer los equipos que se usan para tratar el agua⁴⁵.

⁴² GIL GARZÓN, Miriam Janet. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. [En línea]. 2012 julio-diciembre. vol7 nro. [Consultado 13 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>

⁴³ GONZÁLEZ MARTÍNEZ, Olivia. Eliminación de Triazinas y Organoclorados por combinación de BRM y postratamientos. Tesis para máster universitario en Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua. Alicante- España. Universidad de Alicante. 2016. 23 p.

⁴⁴ FERNÁNDEZ, Daniel. Intoxicación Por Organofosforados. Med [En línea]. 2010.[Consultado 13 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v18n1/v18n1a09.pdf>

⁴⁵ BARBA, Luz Edith. Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. Santiago de Cali. Universidad del Valle, 2002. 17 p.

3. DIAGNÓSTICO

En el presente capítulo, y con el fin de conocer y determinar el estado actual de las aguas residuales provenientes del proceso productivo y funcionamiento de la empresa, se realiza el diagnóstico del agua residual describiendo de manera ordenada y sistemática el proceso productivo de la empresa y los planes de producción que permitirán cuantificar el agua generada en cada proceso. La cantidad de agua de tipo residual industrial se genera en la limpieza de los equipos y herramientas utilizadas en el proceso de fabricación.

Para establecer la carga contaminante del agua residual a tratar, se realiza una caracterización inicial de la misma llevando a cabo un análisis fisicoquímico por medio de un laboratorio externo obteniendo la concentración de cada uno de los contaminantes presentes en el agua.

Realizando una comparación con los valores máximos permitidos para cada uno de los parámetros exigidos en la resolución 631 de 2015 respecto a los vertimientos de la industria a la que pertenece la empresa Producción Y Gestión S.A.S se determinan a que parámetros no se está dando cumplimiento y se plantean las medidas para su corrección; cabe resaltar que aunque la empresa está encargada de la elaboración de diferentes productos que incluyen plaguicidas, los planes de producción serán el documento base para fijar la industria precisa sobre la cual se va a enfocar este proyecto.

3.1 CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA SEGÚN SU ACTIVIDAD ECONÓMICA

Producción y Gestión S.A.S se encarga de la fabricación de diversos productos y por esta razón según la resolución 631 de 2015 la empresa se puede clasificar en tres grandes industrias:

- Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario.
- Fabricación de sabores y fragancias.
- Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos.

3.2 PLANES DE PRODUCCIÓN

Para tener un consolidado de producción según el tipo de industria, es necesario clasificar los productos que se fabrican en la empresa dentro de cada industria como se describe en la tabla 2. Adicional a esto se especifican los porcentajes según la frecuencia de producción durante el año 2018.

En la tabla 3 se puede observar la cantidad de producto fabricado mensualmente por cada tipo de industria y el total de producto mensual en toneladas que se elabora cada mes en la empresa Producción y Gestión S.A.S.

Tabla 2. Cantidad de producto fabricado para el año 2018

Industria	Ton/año	Porcentaje
COSMÉTICOS	462,6	75%
Jabón y shampoo	153,4	25%
Acondicionadores	57,7	9%
Cremas Para Uñas	12,3	2%
Bálsamo Para Después De Afeitarse	30,7	5%
Cremas De Afeitar	12,3	2%
Jabones Y Espumas De Afeitar	30,7	5%
Geles Para Después De Afeitar	24,5	4%
Cremas Protectoras Solares	55,2	9%
Lociones Protectoras Solares	85,9	14%
FRAGANCIAS	136,8	22%
Lociones	111,1	18%
Lociones Para Después De Afeitado	25,8	4%
PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES	14,1	2%
Pesticidas	14,1	2%

Fuente: elaboración propia

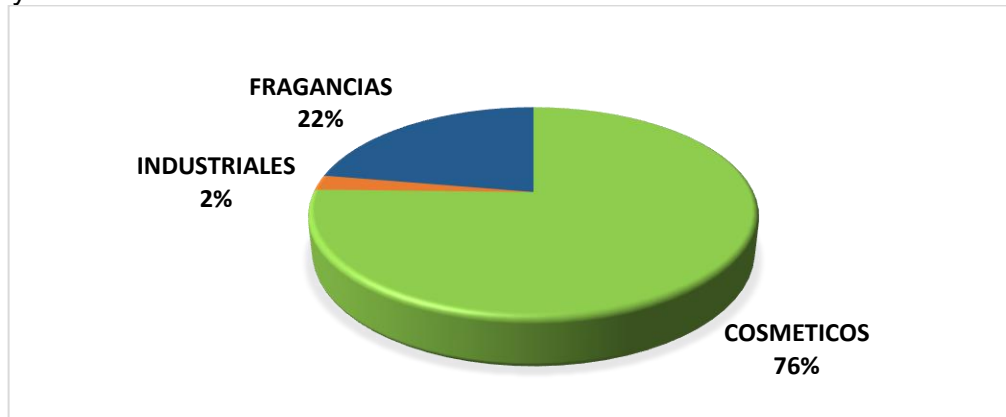
Tabla 3. Plan de producción según industria

MES -2018	Plan de producción (Ton. /mes)			TOTAL
	COSMETICOS	INDUSTRIALES	FRAGANCIAS	
Enero	29,48	0	0	29,48
Febrero	43,75	0	6,10	49,85
Marzo	48,67	0	7,05	55,73
Abril	10,12	0	9,67	19,80
Mayo	34,62	5,84	15,39	55,85
Junio	12,19	0	3,85	16,04
Julio	39,30	0	15,91	55,21
Agosto	58,70	3,61	12,96	75,27
Septiembre	56,17	0	7,78	63,95
Octubre	42,40	4,65	10,14	57,19
Noviembre	40,70	0	6,30	47,01
Diciembre	46,42	0	41,77	88,19
TOTAL	462,53	14,10	136,93	613,56

Fuente: elaboración propia

Con base en el plan de producción anteriormente descrito se puede concluir que el promedio de producción en toneladas por mes es de 51,1 el mes con mayor producción es diciembre con 88,19 toneladas y en el que menos producción se registra es junio con 16,04 toneladas.

Gráfica 1. Porcentajes de fabricación de cada industria en Producción y Gestión S.A.S.



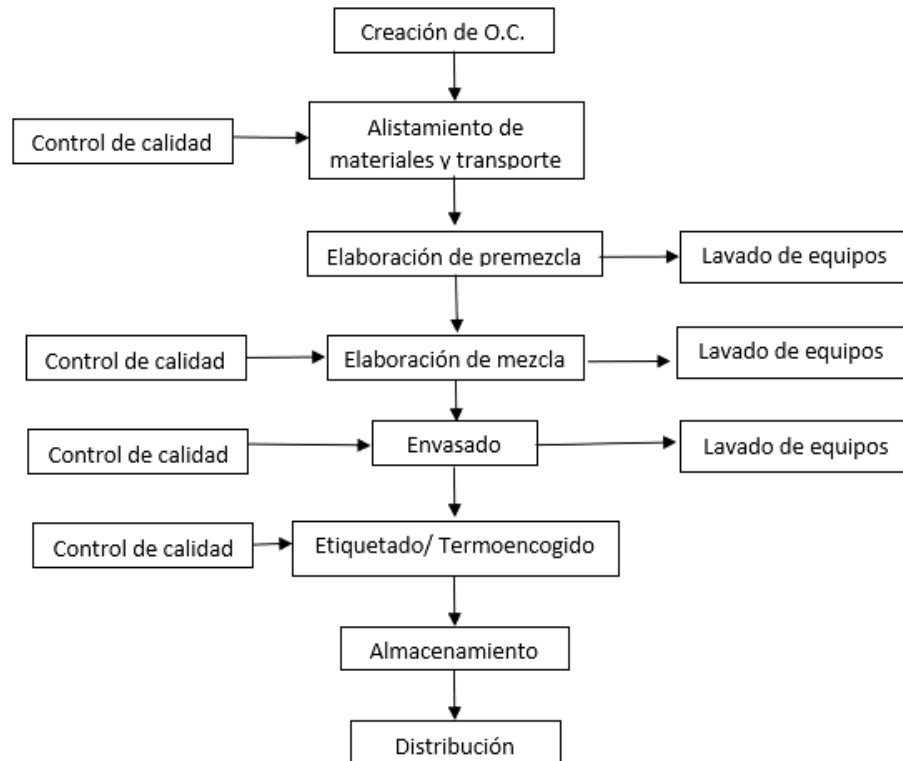
Fuente: elaboración propia.

Los planes de producción reflejan que la mayor parte del proceso productivo de la empresa Producción y Gestión S.A.S. está enfocada en la industria cosmética con el 76% respecto al total fabricado, mientras que la fabricación de plaguicidas y otros químicos de uso de agropecuario tienen tan solo un 2% de la producción anual, estos porcentajes permiten enfocar el proyecto en el tratamiento de las aguas residuales generados en la industria cosmética.

3.3 DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE PRODUCCIÓN

Al realizar seguimiento al proceso productivo de cada industria a la que pertenece Producción y Gestión S.A.S. fue posible plantear un esquema general del proceso descrito en el diagrama 1.

Diagrama 1. Diagrama general del proceso productivo.



Fuente: elaboración propia

- Creación de la orden de compra: se genera orden de compra según requerimiento del cliente, en este procedimiento se determinan variables como unidades de producto a fabricar, especificaciones del producto final y fechas estimadas de entrega.
- Alistamiento de material y transporte: se realiza alistamiento de la materia prima necesaria para el proceso de fabricación según la cantidad establecida en la orden de compra. En la imagen 2 se puede observar los elementos necesarios para dar cumplimiento a este paso, teniendo en cuenta el traslado de la materia prima y el almacenamiento.
Control de Calidad: seguimiento a datos del proveedor, procedencia, cantidades requeridas, propiedades fisicoquímicas.

Imagen 2. Alistamiento de material para fabricación



Fuente: elaboración propia.

- Elaboración de premezcla: se elabora una premezcla como se observa en la imagen 3 dentro de la fabricación cuando la formulación del producto lo estipula. Este proceso es requerido usualmente cuando alguna materia prima necesita un proceso de acondicionamiento para obtener las propiedades fisicoquímicas necesarias para llevar a cabo la mezcla.

Imagen 3. Área de premezcla



Fuente: elaboración propia.

- Mezcla: se realiza la mezcla de las materias primas a la temperatura y agitación que lo determine el instructivo de fabricación de cada producto. Para este procedimiento se utilizan marmitas de 500 y 1000 litros como la que se observa en la imagen 4, según lo requiera la orden de compra.
Control de Calidad: Seguimiento a propiedades fisicoquímicas para que cumplan con formulación del producto según especificación.

Imagen 4. Área de fabricación



Fuente: elaboración propia

- Envasado: el producto se deja enfriar y luego es transportado por medio de bombas a la envasadora, para trasvasar el producto en los recipientes correspondientes. Culminado este proceso se realiza una revisión final de los envases y el cierre de estos de forma manual. En la imagen 5 se puede ver el área destinada para el envasado del producto terminado.

Imagen 5. Área de envasado



Fuente: elaboración propia

- Etiquetado: en el área de etiquetado y termo encogido (ver imagen 6), se adhiere etiqueta al envase del producto terminado. Esta etiqueta debe contener la información del producto para seguimiento de lotes por parte del distribuidor y requerimientos según la normatividad. Posteriormente las botellas se colocan en cajas de cartón corrugado para ser trasladadas al almacén de producto terminado.

Control de Calidad: Seguimiento a información del envase y etiquetas (Códigos de barras, composición, indicaciones de uso)

Imagen 6. Área de etiquetado y Termoencogido



Fuente: elaboración propia

- Transporte y almacenamiento de producto terminado: las cajas con el producto terminado son llevadas a la bodega. Se recomienda una permanencia mínima de 24 horas en reposo antes de su distribución, este tiempo de reposo se da en el área de almacenamiento que se observa en la imagen 7.

Imagen 7. Área de almacenamiento y distribución



Fuente: elaboración propia

3.4 BALANCE HIDRICO

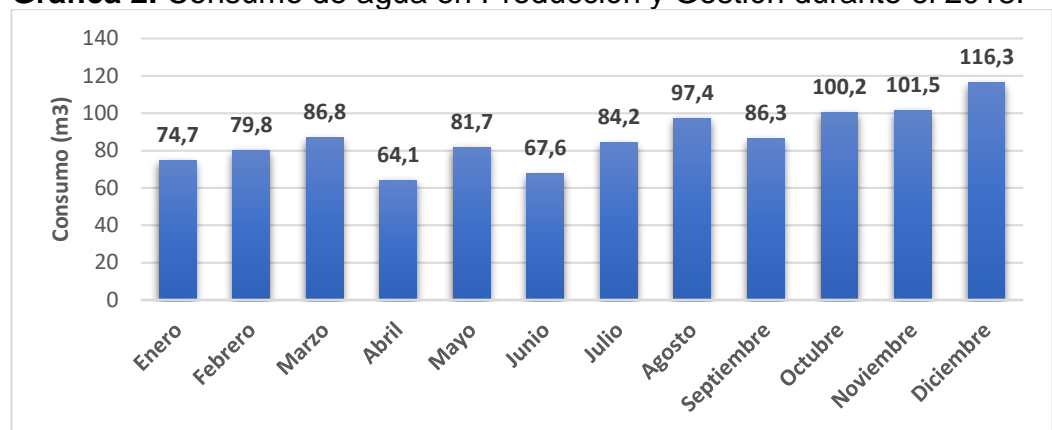
El balance hídrico permite cuantificar los volúmenes de agua que se consumen en los procesos ejecutados en la empresa Producción y Gestión S.A.S y la generación del agua residual domestica e industrial determinando de esta manera la cantidad de agua que se debe tratar en el sistema propuesto.

3.4.1 Redes de aguas residuales. La empresa Producción y Gestión S.A.S. como lo indica la normatividad, cuenta con una red de drenaje y tuberías independientes

para las aguas residuales domésticas, industriales y aguas de lluvia respectivamente, con el fin de separar las corrientes para su posterior disposición. Finalmente, estos residuos hídricos se vierten al sistema de alcantarillado del parque industrial Celta.

3.4.2 Consumo de agua. Para el desarrollo del balance se tomó partido de los datos de facturación de agua y alcantarillado del año 2018 dados por la empresa. En el gráfico 2 se puede ver que diciembre es el mes de mayor consumo de agua con 116 m³, debido al aumento en la producción. Dentro de los meses de menor consumo se encuentran abril y junio, con un promedio mensual de consumo de 66 m³.

Gráfica 2. Consumo de agua en Producción y Gestión durante el 2018.



Fuente: elaboración propia.

Para obtener un estimado de consumo por día se toma como base el promedio de consumo durante el año 2018, que corresponde a 86,7 metros cúbicos. Este cálculo se describe en la Ecuación 1.

Ecuación 1. Cálculo de caudal de agua de consumo diario

$$QT = QA * FT$$

Donde

QT = Caudal total del agua de consumo

QA = Caudal total suministrado por el acueducto

FT = Factor de conversión del tiempo

Los cálculos de caudal de consumo diario se realizan con respecto al máximo de consumo

$$QT = \frac{86,7}{1 \text{ mes}} * \frac{1 \text{ meses}}{24 \text{ dias}}$$

$$QT = 3,6125 \frac{m^3}{dia}$$

3.4.3 Consumo de agua en producción. Para determinar el volumen mensual requerido para la fabricación, se tuvo en cuenta la formulación de los diferentes productos que son elaborados en Producción y Gestión S.A.S. Para calcular el consumo de este recurso por industria, fue necesario relacionar las cantidades de fabricación por cada orden de producción, el volumen específico y el porcentaje de agua necesario requerido por cada producto como se describe en la ecuación 2.

Ecuación 2. Agua requerida para producción

$$kg. \text{ agua } O. C. = kg. \text{ Producto } O. C. \times \% \text{ Formulación}$$

$$m^3 \text{ Categoria.} = \left(\sum kg. H_2O \text{ O. C.} \right) * \frac{1 L H_2O}{1kg H_2O} * \frac{1 m^3}{1000 L H_2O}$$

A continuación, en la tabla 4 se muestra el consumo de agua para fabricación por cada industria, durante el año 2018.

Tabla 4. Consumo de agua por categoría (m³)

Año-mes	Cosméticos	Industriales	Fragancias	Total, mes
Enero	11,79	0,00	0,00	11,8
Febrero	17,50	0,00	3,05	20,6
Marzo	19,47	0,00	3,53	23,0
Abril	4,05	0,00	4,84	8,9
Mayo	13,85	4,67	7,69	26,2
Junio	4,88	0,00	1,93	6,8
Julio	15,72	0,00	7,96	23,7
Agosto	23,48	2,89	6,48	32,9
Septiembre	22,47	0,00	3,89	26,4
Octubre	16,96	3,72	5,07	25,8
Noviembre	16,28	0,00	3,15	19,4
Diciembre	18,57	0,00	20,89	39,5
TOTAL	185,0	11,3	68,5	264,8

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que la industria cosmética abarca el 69,86% del consumo de agua para producción, registrando el mayor consumo en el mes de agosto. Por otro lado, la industria referente a la fabricación de pesticidas tiene el 4,3% respecto al consumo total de agua para producción, esto se debe a que este tipo de productos son fabricados únicamente 3 veces en el año.

3.4.4 Agua residual industrial. La fuente de generación de agua residual industrial es el lavado de tanques de almacenamiento de materias primas y equipos que intervienen en la fabricación. El efluente de estos procesos se almacena en un tanque de 1,8 m³ de capacidad. A continuación, en la tabla 5, se describe el volumen de agua residual generado por mes durante el año 2018.

Tabla 5. Volumen de agua mensual tratado por empresa externa año 2018

Año-mes	Agua residual industrial (m³)
Enero	1,48
Febrero	1,46
Marzo	1,49
Abril	1,38
Mayo	1,50
Junio	1,25
Julio	1,50
Agosto	1,70
Septiembre	1,68
Octubre	1,44
Noviembre	1,48
Diciembre	1,79
TOTAL	18,13

Fuente: Documentación Producción y Gestión S.A.S.

3.4.4 Agua residual doméstica. Las aguas residuales domésticas están relacionadas directamente con todas aquellas actividades que no intervienen en los procesos de producción, tales como aseo del personal, mantenimiento de las instalaciones y restaurante.

Para determinar el consumo de agua con fines domésticos es necesario aplicar la Ecuación 3, basándose en el consumo total de agua y consumo para uso industrial. Dentro de esta categoría se tiene en cuenta uso sanitario, cafetería y limpieza de áreas administrativas y planta.

Ecuación 3. Consumo de agua doméstica

$$\begin{aligned} & \text{Consumo total de agua doméstica} \\ & = \sum (\text{Consumo de agua para limpieza de áreas} \\ & + \text{Consumo de agua para baños} \\ & + \text{Consumo de agua para cafetería}) \\ & = (\text{Consumo total de agua} \\ & - \text{Consumo de agua para lavado de equipos} \\ & - \text{Consumo de agua para fabricación}) \end{aligned}$$

En la tabla 6 se describe el consumo anual referente al agua residual de tipo doméstico y agua residual de tipo industrial.

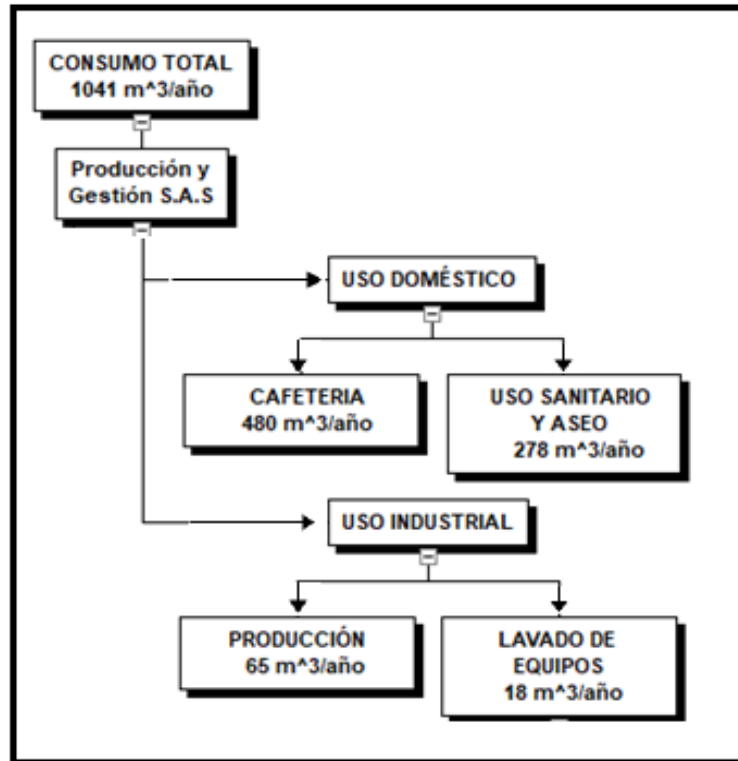
Tabla 6. Consumo anual por área durante el año 2018

Tipo de uso	Consumo anual (m³)
Consumo doméstico	758,13
Consumo lavados equipos	18,13
Consumo para fabricación	264,83
Consumo total	1040,66

Fuente: elaboración propia

A partir de la tabla 6 es posible concluir que el 73% del consumo total de agua tiene fines domésticos, sanitarios y de aseo. Seguido del consumo de agua para fabricación con 25% y por último el 2% para lavado de equipos. Estableciendo el consumo de agua en la empresa Producción y Gestión S.A.S. se expone en el diagrama 2 de balance hídrico general:

Diagrama 2. Diagrama general del balance hídrico






Fuente: elaboración propia

3.5 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Se lleva a cabo una caracterización inicial mediante el análisis de los parámetros fisicoquímicos con el fin de conocer el estado actual de las aguas residuales. Como primera medida, se realiza el plan de muestreo y posterior a esto la toma de muestras. Este procedimiento se lleva a cabo teniendo en cuenta el instructivo para la toma de muestras de aguas residuales elaborado por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), seguido de esto se envían las muestras a un laboratorio externo (BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S) en donde se realizan los análisis.

3.5.1 Descripción y sitio del muestreo. El muestreo se hizo en las instalaciones de la empresa Producción y Gestión S.A.S en el tanque primario de almacenamiento en donde se retienen las aguas residuales provenientes del lavado de marmitas y herramientas usadas en los procesos productivos de la empresa. Se tomaron muestras puntuales en los envases proporcionados por el laboratorio junto con su preservante para la muestra (ver tabla 7).

Tabla 7. Muestreo y preservación

Parámetro	Preservación	Volumen de muestra	Tipo de envase	Imagen
DQO Y FENOLES	H ₂ SO ₄	1 litro	Frasco de vidrio, boca pequeña color ámbar	
DBO, SAAM, SST	Refrigeración	2 litros	Frasco de plástico, boca pequeña color ámbar	
GRASAS Y ACEITES	H ₂ SO ₄	2 litros	Frasco de vidrio, transparente y de boca ancha	

Fuente: elaboración propia

3.5.2 Determinación del caudal. Se realizó la toma del caudal del vertimiento por medio del método volumétrico mediante el uso de un cronómetro y un recipiente de volumen conocido (5 litros). Las mediciones se hicieron en el tanque primario de recolección los días de lavado de equipos y herramientas durante el mes de marzo del año 2019.

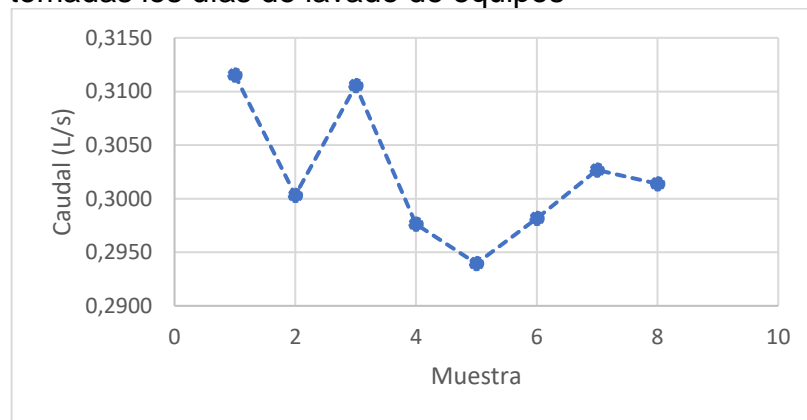
3.5.3 Determinación de pH y Temperatura. Se analiza el pH del vertimiento debido a la importancia de esta variable para los sistemas de tratamiento de aguas residuales. La determinación del pH se efectuó posterior a la toma del caudal por medio un pH-metro (pH meter ST20) proporcionado por la empresa.

De igual forma la determinación de la temperatura fue efectuada con el pH-metro ST 20 y análogamente mediante un termómetro infrarrojo obteniendo valores con diferencia reducida en cada una de las mediciones realizadas.

Resultados y análisis. Los resultados obtenidos para la determinación de caudal, temperatura, pH y los obtenidos con la ayuda del laboratorio externo se presentan a continuación.

- **Caudal**

Gráfica 3. Variación del caudal respecto a las muestras tomadas los días de lavado de equipos

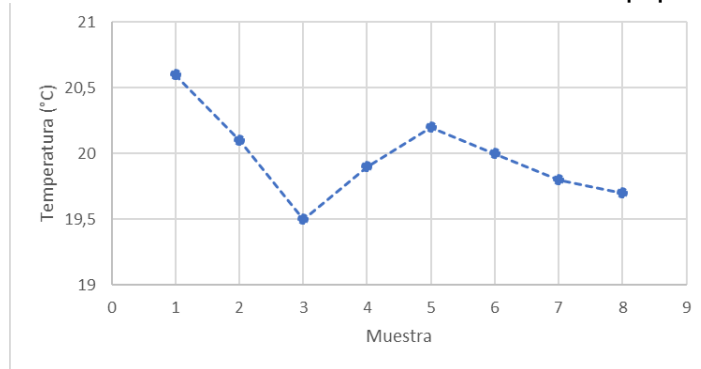


Fuente: elaboración propia

En la gráfica 3 se puede observar que no hay un cambio significativo en el caudal teniendo valores muy cercanos entre si y determinando un caudal promedio que oscila por el orden de los 0,3021 L/s. La variación del caudal respecto a la muestra es mínima debido a el lugar en el que se realiza el muestreo.

- **Temperatura**

Gráfica 4. Variación de la temperatura respecto a las muestras tomadas los días de lavado de equipos.

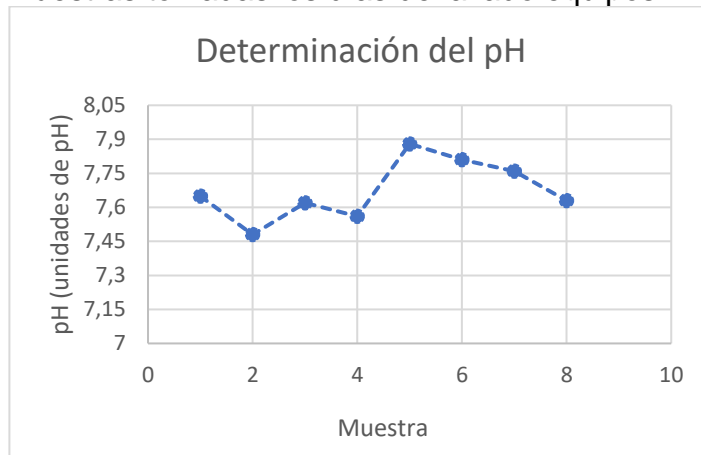


Fuente: elaboración propia.

La medición de la temperatura es de gran importancia debido a que es un parámetro controlado por la normatividad colombiana y es el indicador de contaminación térmica, los valores registrados en la gráfica 4 varían en un grado Celsius entre el máximo y el mínimo y se obtiene un promedio de 19,9°C. El valor de temperatura determinado para el vertimiento está dentro de los límites exigidos por la norma al encontrarse por debajo de los 40°C según la resolución 883 del 18 de mayo del 2018.⁴⁶

- **pH**

Gráfica 5. Variación del pH respecto a las muestras tomadas los días de lavado equipos.



Fuente: elaboración propia.

⁴⁶ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 883 (18, mayo, 2018). Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas marinas, y se dictan otras disposiciones.

La gráfica 5 permite observar la variación del pH con respecto a las muestras tomadas en el agua residual, se obtuvo un valor máximo de 7,88 y un valor mínimo de 7,48 unidades de pH, teniendo en cuenta este registro evidenciamos que el pH del agua residual a tratar tiende a ser neutro, el valor promedio encontrado es de 7,67 y es de vital importancia tener conocimiento específico de esta variable puesto que varios de los procesos utilizados para el tratamiento del agua residual tienen su aplicabilidad bajo ciertos rangos de pH.

3.5.4 Caracterización inicial y comparación con la normatividad. Teniendo en cuenta los parámetros más importantes para el correcto diagnóstico del agua residual generada en la empresa Producción y Gestión S.A.S se realiza la medición de los parámetros bajo los siguientes métodos, establecidos en el documento STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER – APHA – AWWA – WEF, 22nd edition 2012.

DBO: Incubación durante 5 días y electrodo de membrana (SM 5210 B, 4500-O G).

DQO: Reflujo abierto y titulación (SM 5220 B).

SST: Gravimétrico – secado a 105°C (SM 2540 D).

Grasas y aceites: Extracción Soxhlet (SM 5520 D).

SAAM: Colorimétrico (SM 5540 C).

Fenoles: Espectrofotométrico directo (SM 5530 B, D).

Luego se lleva a cabo la comparación entre la normatividad vigente para el manejo de vertimientos en Colombia y los resultados de las concentraciones de los parámetros previamente analizados como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados caracterización inicial de parámetros fisicoquímicos y comparación con normatividad

PARÁMETRO	UNIDADES	RESOLUCIÓN 631 de 2015 (Artículo 13)	CARACTERIZACIÓN AGUA CRUDA	CUMPLE
Temperatura	°C	N/A	19,98	Si
pH	Unidades de pH	5,00 a 9,00	7,67	Si
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	500,00	2682,2	No
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	200	1555,70	No
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	70,00	33,00	Si

Tabla 8. (Continuación)

Grasas y Aceites	mg/L	10,00	49,20	No
Fenoles Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	0,20	> 0,100	Si
	mg/L	10,00	374	No

Fuente: elaboración propia, con base en MIISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0631 de 2015 y Laboratorio Biotrends S.A.S

Con base a los resultados obtenidos y expuestos en la tabla 8, se determina el incumplimiento de 4 parámetros los cuales exceden los límites máximos permitidos (Grasas y aceites, Tensoactivos, DBO y DQO). Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se plantean las medidas necesarias para el cumplimiento de la resolución 631 de 2015; dichas medidas se basan en la implementación de un sistema de tratamiento para el agua residual.

4. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE ACUERDO CON UN DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para el planteamiento de las posibles alternativas de solución al problema en cuanto al incumplimiento en la concentración de los parámetros en los vertimientos de aguas residuales generados en la empresa Producción y Gestión S.A.S es necesario identificar los métodos y las tecnologías utilizadas en el tratamiento de efluentes de las industrias en las cuales se enmarca la empresa, llevando a cabo una revisión bibliográfica que permita proporcionar un sistema de tratamiento idóneo que disminuya de manera satisfactoria la carga contaminante del agua residual a tratar.

Para la evaluación de las diversas tecnologías aplicables, se opta por la realización de una matriz de decisión mediante la cual se escoge el sistema de tratamiento que se evaluará posteriormente a nivel laboratorio.

En cuanto al desarrollo experimental planteado para la selección de la alternativa se realiza el montaje a nivel de laboratorio del sistema de tratamiento elegido a partir de la matriz de decisión para llevar a cabo su evaluación; esta evaluación se realiza mediante una caracterización fisicoquímica al efluente a la salida del sistema de tratamiento simulado.

4.1 ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

A partir de los resultados de la caracterización del agua residual y la revisión bibliográfica, se identifican 3 posibles alternativas para el tratamiento del vertimiento generado en la empresa que se describen en el cuadro 6.

Cuadro 6. Alternativas propuestas

PROCESO	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C
Trampa de grasas	X	X	X
Homogenización	X	X	X
Tratamiento biológico (Biorreactor)			X
Clarificación	X	X	
Oxidación		X	
Sedimentación	X	X	X
Filtración (carbón activado)	X		

Fuente: elaboración propia

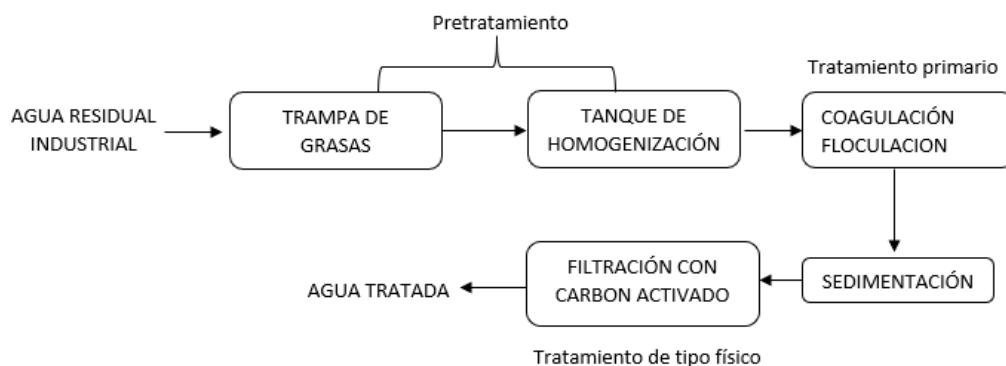
- **ALTERNATIVA A.** Está compuesta por una trampa de grasas que busca la remoción de los sólidos de mayor tamaño y por tanto la disminución en parámetros de sólidos suspendidos y grasas y aceites; esta unidad de

pretratamiento es la manera más sencilla para la remoción de los contaminantes anteriormente mencionados debido a que la separación se realiza por flotación y no requiere adición de sustancias químicas.⁴⁷

Posteriormente, se propone un tanque de homogenización para evitar fluctuaciones de pH y temperatura en el volumen de agua a tratar. Luego se realiza una clarificación como base del sistema de tratamiento mediante la adición de un coagulante y un floculante con el objetivo de aglomerar y remover sólidos suspendidos, sólidos divididos y materiales coloidales,⁴⁸ y paralelamente disminuir DQO, DBO y SST lo que genera una reducción inmediata en los demás parámetros exigidos por la norma.^{49 50}

Finalmente se propone una filtración con carbón activado cuyo propósito es disminuir en mayor medida la concentración de dichos parámetros y a su vez el color y los tensoactivos presentes para asegurar la calidad final del vertimiento. El diagrama de bloques del proceso se muestra en el diagrama 3 a continuación.

Diagrama 3. Alternativa A



Fuente: elaboración propia

- **ALTERNATIVA B.** Esta alternativa se plantea de la misma manera que la alternativa A con una variación en la última etapa del sistema de tratamiento del

⁴⁷ GIL SUAREZ, Jenny Andrea. Propuesta para el sistema de tratamiento de aguas residuales en la E.S.E HOSPITAL DEPARTAMENTAL UNIVERSITARIO DEL QUINDÍO SAN JUAN DE DIOS. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Químico. Bogotá- Colombia. Fundación universidad América. Facultad de Ingeniería. 2018. 64 p.

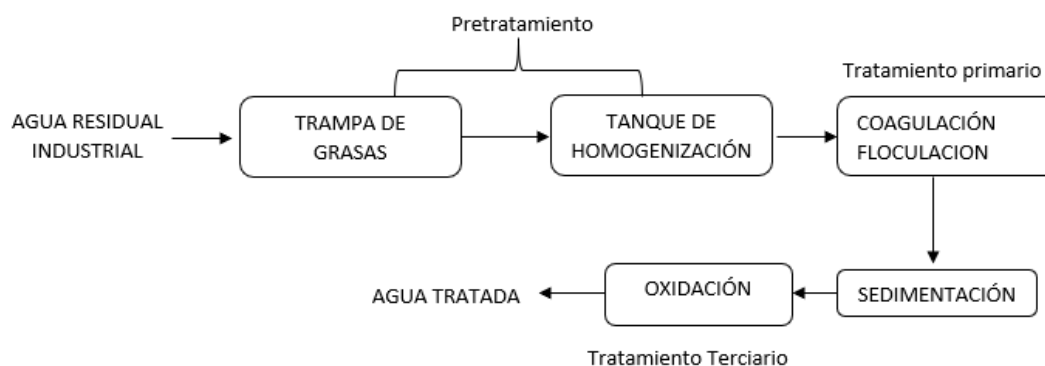
⁴⁸ COGOLLO FLÓREZ, Juan Miguel. CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS: CASO DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO. Revista Universidad Nacional de Colombia. 2011. Vol. 78, nro 165, pp 18-27. ISSN 0012-7353

⁴⁹ PAVÓN SILVA, Thelma. Physicochemical and biological combined treatment applied to a food industry wastewater for reuse. [En línea].2009, enero, vol. 44, no. 1. [Consultado 20 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19085601>.

⁵⁰ AGUILAR, M.I. Tratamiento fisicoquímico de aguas residuales. coagulación-floculación. España. Editum ediciones de la Universidad de Murcia. 145 p. ISBN 978-8483713082.

agua residual. Inicialmente se propone la trampa de grasas para la disminución de los sólidos de mayor tamaño, seguido del tanque de homogenización para evitar fluctuaciones de pH y temperatura, sucesivo a este se propone el proceso de clarificación en donde se da la disminución de DQO y DBO en su mayor porcentaje; finalmente, una etapa de oxidación química teniendo como principio activo el peróxido de hidrogeno que se encarga de oxidar la materia orgánica que no fue posible degradar en el proceso de coagulación – floculación y de esta manera disminuir la concentración de los parámetros DBO, DQO y sólidos en suspensión y a su vez el color para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.^{51 52} se realiza la síntesis del proceso en un diagrama de bloques como se muestra en el diagrama 4.

Diagrama 4. Alternativa B.



Fuente: elaboración propia

- **ALTERNATIVA C.** Al igual que las anteriores alternativas se realizan dos procesos de pretratamiento del agua, la trampa de grasas para la eliminación de sólidos de gran tamaño y una homogenización realizada en un tanque.

Posterior a los pretratamientos el agua se lleva a un reactor de tipo biológico, este tipo de reactores ha sido utilizado en la industria cosmética y se evidencian buenos resultados en la remoción de la carga contaminante del agua.⁵³ El reactor que se propone en esta alternativa es un biorreactor de membrana sumergida de tipo aerobio el cual aprovecha los microorganismos para la remoción de los diferentes contaminantes alcanzando una eficiencia del 80% en la remoción de la demanda química de oxígeno y cerca del 95% en la remoción

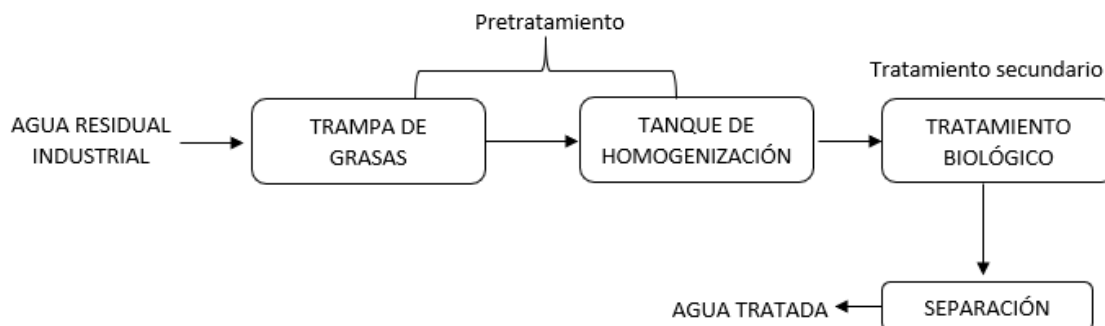
⁵¹ BOSS TECH. Tratamiento de agua oxidación química. Procesos de oxidación avanzada. [sitio web]. Lima: Boss Tech. 2018 junio 29. [Consultado: 15 febrero 2019]. Disponible en: <https://bosstech.pe/blog/tratamiento-de-agua-oxidacion-quimica/>

⁵²BAUTISTA CARMONA. Op. cit. p. 45.

⁵³ RODRIGUÉZ, J.J. Cosmetic wastewater treatment by upflow anaerobic sludge blanket reactor. [En línea]. 2010 octubre 30. [Consultado 24 junio 2018]. Disponible en: www.elsevier.com/locate/jhazmat.

de surfactantes aniónicos.⁵⁴ Seguido de esto se da separación del agua tratada y el lodo generado en el biorreactor. En el diagrama 5 se puede observar la síntesis del proceso en diagrama de bloques.

Diagrama 5. Alternativa C



Fuente: elaboración propia

4.2 MATRIZ DE DECISIÓN

Para realizar la matriz de decisión y seleccionar a partir de esta una de las alternativas anteriormente propuestas se tienen en cuenta los rubros mencionados a continuación:

- **Aplicabilidad del proceso:** se refiere a la aplicabilidad de cada una de las alternativas con respecto a las características particulares del agua residual a tratar.⁵⁵ Dentro de este rubro se tiene en cuenta la eficiencia en la remoción de contaminantes y las características del agua residual refiriendo esta segunda a la viabilidad que tiene cada alternativa para tratar el agua residual de la empresa en cuestión. La valoración porcentual de este rubro es del 17%, debido a que de este depende la eficiencia en el tratamiento siendo una variable fundamental para el cumplimiento de la normatividad.
- **Generación de residuos:** debido a la ley de la conservación de la masa se da la generación de residuos en los sistemas de tratamiento en forma de lodos los cuales deben ser tratados para su disposición final lo que genera mayores costos y procesos en el sistema planteado. Debido a esto la alternativa que presente menor generación de residuos tendrá una puntuación mayor en este rubro. La valoración para este rubro es del 8%, debido a que cualquier sistema tiene

⁵⁴ FRIHA, Op. cit., p. 2.

⁵⁵ MORGAN SAGASTUME, Juan Manuel. Matriz de decisión para la selección de tecnología relacionada con el tratamiento de aguas residuales. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/peru/mextar058.pdf>. p.1.

generación de residuos sólidos y estos pueden ser dispuestos de forma controlada por parte de la empresa.

- **Requerimientos de área:** la disponibilidad de terreno para la construcción de un sistema de tratamiento es un factor importante para la selección de este debido a que dependiendo de esta se determina la factibilidad o no en la implementación de cada una de las alternativas. La valoración es del 12% teniendo en cuenta que la empresa cuenta con la suficiente disponibilidad de área para implementar cualquier sistema.
- **Costos:** para la implementación de cualquier proyecto uno de los criterios fundamentales son los costos. Para la evaluación de cada alternativa se tienen en cuenta los costos de inversión referidos a la compra de equipos e instrumentos, materiales y personal requerido para la instalación de los sistemas y los costos de operación y mantenimiento que se refieren a el costo de personal calificado para poner en marcha el sistema, costo de los insumos y costos energéticos.⁵⁶ A este rubro se le otorga la mayor calificación (30%) debido a la importancia del aspecto financiero el cual es determinante para ejecución del proyecto por parte de la empresa.
- **Diseño y construcción:** dentro de este rubro se consideran dos ítems, el primero que se denomina criterios de diseño que se refiere al dominio en los modelos teóricos que tiene cada sistema de tratamiento y el segundo denominado complejidad de construcción y equipamiento el cual se ve afectado en gran medida por la complejidad de cada sistema, debido a que a mayor complejidad mayor será el tiempo de instalación e implementación.⁵⁷ Con base en el tiempo relacionado al diseño y construcción de los sistemas y la importancia de este en el desarrollo de las actividades productivas de la empresa se otorga una valoración del 15%.
- **Operación:** este rubro se refiere principalmente al requerimiento de personal en el cual se analiza la cantidad de operarios que necesita el sistema de tratamiento para su operación, así como el nivel de capacitación que tenga cada uno. A su vez se evalúa la disponibilidad de repuestos para de esta manera agilizar el mantenimiento y por tanto la operación idónea del sistema.⁵⁸ Se establece una valoración del 15% teniendo en cuenta los costos asociados que se generan durante este proceso.
- **Entorno:** la evaluación de este rubro se centra en la contaminación visual donde se observa la cantidad de equipos involucrados y el tamaño de cada uno de ellos y la influencia de la temperatura; y qué tanto afecta un cambio de ésta en cada

⁵⁶ *Ibíd.*, p.3.

⁵⁷ *Ibíd.*, p.4.

⁵⁸ *Ibíd.*, p.5.

proceso. En cuanto a la valoración de este rubro se establece el 3%, siendo la mínima, debido a la poca incidencia de este factor para el cumplimiento del objetivo teniendo en cuenta las condiciones en que se realizan los procesos en la empresa.

La calificación otorgada será en base a las siguientes convenciones:

- 1: Insuficiente
- 3: Aceptable
- 5: Adecuado

Para calcular el puntaje ponderado de cada rubro según la alternativa propuesta, se realiza la suma de las calificaciones de cada ítem perteneciente al rubro que se está analizando, posteriormente se relaciona el valor obtenido en la suma con el máximo valor que se puede alcanzar de acuerdo con el número de ítems tomados en cuenta en cada rubro, y el resultado de esta operación se multiplica por la valoración porcentual que se otorgó a cada rubro.

Ejemplo:

- Rubro para puntuar: Aplicabilidad del proceso
- Ítems para calificar: eficiencia y características del agua residual
- Máximo valor obtenido para el rubro: 10 (suma de la máxima calificación posible otorga para la eficiencia y la máxima calificación posible otorgada para características del agua residual)
- Calificación del ítem en la alternativa C: 3 en eficiencia y 5 en características del agua residual.

De esta manera se tiene una puntuación de 8/10 para para los ítems calificados en el rubro aplicabilidad del proceso en la alternativa C, con este valor y la multiplicación con la valoración porcentual (17) se tiene el puntaje total para el rubro (13,6).

En la tabla 9 se puede observar la matriz de decisión planteada.

Tabla 9. Matriz de decisión para selección de las alternativas

VALORACIÓN PORCENTUAL	ASPECTO A EVALUAR	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
		Calificación variable	Puntaje rubro	Calificación variable	Puntaje rubro	Calificación variable	Puntaje rubro
17	APLICABILIDAD DEL PROCESO						
	Eficiencia	5	17	5	17	3	13,6
	Características del agua residual	5		5		5	
8	GENERACIÓN DE RESIDUOS	3	4,8	3	4,8	1	1,6
12	REQUERIMIENTOS DE ÁREA	5	12	5	12	5	12
30	COSTOS						
	Inversión	1	12	5	30	1	6
	Operación y mantenimiento	3		5		1	
15	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN						
	Criterios de diseño	5	12	5	15	3	9
	Complejidad de construcción y equipamiento	3		5		3	
15	OPERACIÓN						
	Requerimiento de personal	5	12	5	15	3	6
	Disponibilidad de repuestos	3		5		1	
3	ENTORNO						
	Influencia de la temperatura	5	1,8	5	1,8	1	1,2
	Contaminación visual	1		1		3	
100			71,6		95,6		49,4

Fuente: elaboración propia

A continuación, en el cuadro 6 se puede observar los criterios con los cuales se dieron las puntuaciones para las alternativas a evaluar.

Cuadro 4. Asignación de valores de la matriz de decisión.

FACTOR EVALUADO	CALIFICACIÓN		
APLICABILIDAD DEL PROCESO	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
<p>La eficiencia, que es el primer factor por ponderar en este rubro, varía entre los tratamientos propuestos, al analizar el DQO como parámetro removido por cada sistema se tiene que la reducción de éste en los sistemas de tratamiento biológico de la industria cosmética llega a ser de 85% siendo una remoción favorable de este parámetro⁵⁹. Los tratamientos enfocados en coagulación y floculación tienen una remoción de DQO 63%, y al tener asociada una oxidación en el proceso la remoción de DQO llega a ser del 84%, además de esto la relación DQO/DBO es igual a 1,72 lo que sugiere un tratamiento de tipo fisicoquímico sobre uno biológico.⁶⁰ En cuanto a las características del agua residual mediante la bibliografía consultada se puede ver que el agua residual de las empresas del sector de jabones y cosméticos en su mayoría tiene altas concentraciones en parámetros como DQO, DBO, SST y Tensoactivos, y cada uno de estos se ha visto afectado en buena medida con los tratamientos propuestos en las tres alternativas.⁶¹</p>	17	17	13,6

Cuadro 6. (Continuación)

⁵⁹ FRIHA, Op. cit., p. 6.

⁶⁰ OÍDOR PULIDO, Diana Marcela. Desarrollo de una propuesta para un sistema de tratamiento de agua residual de la empresa Biobrill S.A.S. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Bogotá-Colombia. Fundación universidad de América. Facultad de ingenierías. 2018. 41 p.

⁶¹ FRIHA, Op. cit., p. 1.

GENERACIÓN DE RESIDUOS			
<p>Los tratamientos de tipo biológico generan una gran cantidad de lodos que deben ser tratados para su disposición final, así mismo la coagulación y floculación por su proceso, genera flóculos que deben ser separados del agua clarificada. Las alternativas propuestas presentan todas generación de residuos, debido a los procesos efectuados pero la remoción de los lodos se hace de manera más fácil en los tanques utilizados para la coagulación y floculación, por su geometría y simplicidad de diseño.</p>	4,8	4,8	1,6
REQUERIMIENTOS DE ÁREA			
<p>La calificación para cada una de las alternativas en cuanto a este criterio es la mayor posible (5), esto debido a que el área disponible en la planta es grande 18 m² y debido a esto la implementación de cualquiera de las tres alternativas puede ser viable en cuanto a requerimientos de área.</p>	12	12	12

Cuadro 6. (Continuación)

COSTOS			
<p>La alternativa A tiene mayores costos asociados que la alternativa B debido a la necesidad de una unidad más de tratamiento (Filtros con carbón activado) ya que esta unidad debe ser adquirida, lo que generaría mayor costo de inversión; se debe realizar el mantenimiento adecuado y lavado de los filtros para asegurar su funcionamiento eficiente lo que a su vez genera costos de mantenimiento y operación mayores que en la alternativa B. En cuanto a la alternativa que considera un reactor biológico, los costos de este sistema son altos en comparación a los de la alternativa B puesto que para la puesta en marcha de este tipo de reactores se debe tener personal calificado en cuanto a conocimientos técnicos del funcionamiento del reactor y la alimentación y manejo de pH y temperatura para que la eficiencia del reactor sea la esperada, además de esto representa costos altos de mantenimiento y construcción debido a la complejidad del sistema.⁶² Los costos asociados a personal calificado, mantenimiento y construcción son bajos en la alternativa B debido a la poca complejidad en los equipos utilizados y gracias a esto es la alternativa con mayor calificación en este rubro. En cuanto a los costos asociados con los insumos necesarios para desarrollar cada una de las alternativas, la alternativa B genera menores costos al tener gran disponibilidad de insumos, además de esto en relación con la alternativa A, esta demanda mayor cantidad de insumos necesitando carbón activado para los filtros que se utilizan en ese sistema propuesto.</p>	12	30	6

⁶² GIL SUAREZ, Jenny Andrea. Propuesta para el sistema de tratamiento de aguas residuales en la E.S.E HOSPITAL DEPARTAMENTAL UNIVERSITARIO DEL QUINDÍO SAN JUAN DE DIOS. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Químico. Bogotá- Colombia. Fundación universidad América. Facultad de Ingeniería. 2018. 73 p.

Cuadro 6. (Continuación)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN			
Los modelos teóricos que se encuentran en la bibliografía para la implementación de cada una de las alternativas son diversos. Encontramos lo referente a tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética por coagulación-floculación en tesis de pregrados y maestrías, lo que refleja gran fundamento teórico para la aplicabilidad de estas técnicas. En cuanto a los tratamientos biológicos la información se presenta en menor cantidad. Lo que se refiere a la complejidad en la construcción y equipamiento sugiere que, a menor complejidad de los equipos a utilizar, más favorable se verá reflejada la calificación de este rubro, por tal motivo los equipos y accesorios necesarios para la implementación de la alternativa A y B presentan mayor puntuación que la alternativa C puesto que la complejidad del sistema y los accesorios requeridos es mayor.	12	15	9
OPERACIÓN			
Las alternativas propuestas necesitan de al menos una persona para su operación. La diferencia entre las alternativas A, B y C es la capacitación que debe tener la persona para el correcto manejo de cada sistema, siendo la alternativa C la que requiere personal mayor capacitado y por ende el puntaje otorgado a esta alternativa es menor que el de las alternativas A y B. A su vez en este rubro se califica la disponibilidad de repuestos para la operación de los sistemas y al tener más simplicidad en los equipos, los repuestos que se necesitan para las alternativas A y B son más sencillos y la puntuación de este criterio es mayor para estas dos alternativas.	12	15	6

Cuadro 6. (Continuación)

ENTORNO			
Las tres alternativas generan un impacto al entorno en el cual se va a situar. La alternativa C, al tener menor cantidad de equipos, genera un impacto visual menor, pero la influencia de la temperatura del entorno para la alternativa C es mayor puesto que la eficiencia del biorreactor se ve afectada con cambios de temperatura.	1,8	1,8	1,2

Fuente: elaboración propia

Con base en la información expuesta en la matriz de decisión y las calificaciones otorgadas para cada rubro analizado en esta, se da la selección de la alternativa B como propuesta de sistema de tratamiento para la disminución de los parámetros seleccionados en el diagnóstico (DBO, DQO, Tensoactivos y Grasas y aceites.). Teniendo definida la alternativa, se procede a la simulación a nivel experimental de cada uno de los equipos y procesos que la componen.

4.3 DESARROLLO EXPERIMENTAL.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo del proyecto, se realiza un desarrollo experimental de la alternativa seleccionada, llevando a cabo la simulación de los equipos que componen el sistema y evaluando la efectividad del tratamiento propuesto.

4.3.1 Pre-experimentación. Se llevó a cabo una pre experimentación a nivel de laboratorio, iniciando con la recolección del agua en el tanque primario de almacenamiento y conduciéndola a la trampa de grasas con un tiempo de retención de 3 minutos; seguido de esto, se tomó el agua a la salida de la trampa de grasas y se llenaron 4 vasos de precipitado de 1000 mL en donde se realizó la homogenización de la mezcla a 100 rpm (ver imagen 8); al empezar con el proceso de clarificación se presentan inconvenientes, debido a la turbidez y el color del agua; estas condiciones dificultaron la observación de la formación de los coágulos en el agua en la etapa de coagulación.

Imagen 8. Ensayo de jarras pre-experimentación



Fuente: elaboración propia

Con base en esto es posible plantear una variación en la alternativa B, implementando el proceso de oxidación química antes de la clarificación. Esta modificación permite disminuir la cantidad de equipos necesarios para la implementación del sistema realizando la oxidación química en el mismo tanque en el que se realiza la homogenización del agua residual industrial. Es posible evidenciar la viabilidad de esta variación en procesos que se han llevado a cabo en industrias de fabricación de jabones⁶³.

4.3.2 Selección de los insumos. Para llevar a cabo la alternativa B se requiere de tres insumos: un agente oxidante para el proceso de oxidación química, un coagulante y un floculante para realizar el proceso de clarificación.

- **Selección del oxidante:** para la selección del oxidante se tienen en cuenta los oxidantes químicos más utilizados a nivel industrial para este proceso y se procede a realizar un análisis de las ventajas y desventajas de cada uno como se observa en el cuadro 7 para su posterior evaluación mediante la prueba de jarras.

⁶³CÁRDENAS CASTAÑEDA, Diana Constanza. Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales para su reúso en el proceso productivo de una industria de jabones. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. Bogotá- Colombia. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. 2008. 120 p.

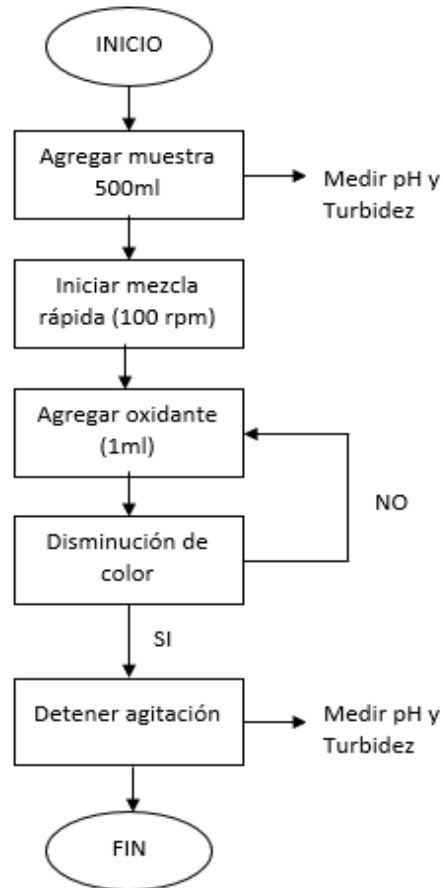
Cuadro 5. Ventajas y desventajas de los agentes oxidantes

OXIDANTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Peróxido de hidrogeno	<ul style="list-style-type: none"> • Es un oxidante seguro, eficaz, de gran alcance y versátil. • Controla olores y corrosión, oxidación orgánica y oxidación del metal. • Disminución de DQO y tensoactivos. • Tiene más alcance que el cloro o el dióxido de cloro. • No es inflamable. • Puede ser combinado con diversos procesos para mejora de resultados. • Miscible en agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inestable y se descompone rápidamente liberando calor. • Puede causar combustión espontanea al contacto con algunos metales como el cobre, la plata o el bronce. • Tóxico e irritante, causa quemaduras. • Costoso (9:1) en relación al hipoclorito de sodio.
Hipoclorito de sodio	<ul style="list-style-type: none"> • Este es una base débil que al disociarse en el agua genera oxígeno monoatómico. • Es un oxidante muy fuerte y ácido clorhídrico un gran desinfectante. • El almacenamiento y transporte del hipoclorito de sodio es seguro. 	<ul style="list-style-type: none"> • La conductividad es totalmente opuesta con respecto al H₂O₂, ya que al disociarse el NaClO se produce Na⁺. • Presenta cambio en la coloración del agua tornándose amarillenta. • Hipoclorito de sodio es una sustancia peligrosa y corrosiva.

Fuente: elaboración propia

Prueba de jarras: se efectúa la simulación del tanque de oxidación realizando una prueba de jarras en la cual se utiliza hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno como agentes oxidantes. A continuación, en el diagrama 6, se muestra el proceso seguido en el laboratorio para la selección del oxidante.


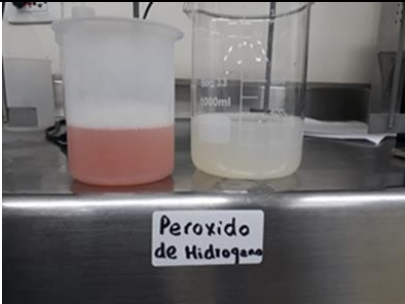
Diagrama 6. Guía de laboratorio para selección de oxidante



Fuente: elaboración propia.

Se tomaron dos vasos de precipitados con capacidad de 1000 mL, adicionando a cada uno 500 mL de agua residual industrial; posteriormente, se agregó al primer vaso 8 mL de hipoclorito de sodio al 5% y al segundo 8 mL de peróxido de hidrogeno al 5%. Se monitorea el cambio en la coloración puesto que es uno de los objetivos del proceso; para finalizar se midió la turbidez y el pH del agua para realizar el análisis de estas dos variables. En el cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos durante la oxidación química.

Cuadro 6. Resultados de la oxidación.

Reactivo	Volumen (mL)	Turbidez (NTU)	pH	Registro fotográfico
Hipoclorito de Sodio	8	130,1	9,3	
Peróxido de Hidrogeno	8	151,64	7,45	

Fuente: elaboración propia

Al observar los resultados obtenidos tras el proceso de oxidación y las ventajas y desventajas de los oxidantes utilizados se selecciona como insumo para este proceso el peróxido de hidrogeno puesto que el uso de esta sustancia como agente oxidante representa una pequeña variación en el pH del agua comparado con la variación de pH observada en el agua tratada con hipoclorito de sodio; de igual forma se presenta una disminución en la coloración lo cual favorece el proceso de clarificación que se aplicará posteriormente.

La empresa Producción Y Gestión S.A.S para el mantenimiento de las tuberías utiliza el peróxido de hidrogeno al 60% lo cual sugiere una alta disponibilidad de este insumo en planta sin la necesidad de acudir a nuevos proveedores para adquirir el agente oxidante.

- **Selección del coagulante:** la selección del coagulante para el proceso de clarificación se realiza de manera teórico – experimental, iniciando con la evaluación de las ventajas y desventajas que presenta cada uno de los coagulantes como se observa en el cuadro 9 y culminando con el análisis de la efectividad en la formación de coágulos empleando una prueba de jarras.

Cuadro 7. Ventajas y desventajas de algunos coagulantes

COAGULANTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Hidroxiclورو de Aluminio (PAC)	<ul style="list-style-type: none"> - Menor efecto de la temperatura por la presencia de formas de aluminio polimerizadas.⁶⁴ - Rango de pH amplio entre 5 y 9 unidades de pH. - Menor producción de lodos. - Presencia de formas de aluminio monoméricas y poliméricas.⁶⁵ - Cinética más rápida frente al sulfato de aluminio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo 1,5 veces mayor frente al sulfato de aluminio.
Sulfato de Aluminio tipo A y tipo B.	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad amplia en los mercados. - Bajo precio respecto al PAC. (25% más económico) - Amplio conocimiento en tratamiento de aguas. - Alta remoción de coloides orgánicos y fosforo. - Su carácter ácido e ingrediente activo le confieren propiedades bacteriostáticas y alguicidas.⁶⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinética más lenta frente al PAC.⁶⁷ - Se ve afectado por el pH, este controla la especie de hidroxilo de aluminio que se produce. - La temperatura afecta la producción de complejos hidroxilos cargados positivamente.⁶⁸

⁶⁴ COGOLLO FLÓREZ, Op. cit. p. 18-27.

⁶⁵ *Ibíd.*, 18-27.

⁶⁶ Quinsa Integrada S.A. Ficha técnica sulfato de aluminio sólido. [sitio web]. Neiva: Quinsa integrada S.A. [Consulta: 9 mayo 2019]. Disponible en: <http://quinsa.co>

⁶⁷ COGOLLO FLÓREZ, Op. cit. p. 18-27.

⁶⁸ *Ibíd.*, 18-27

Cuadro 9. (Continuación)

Ultrafloc 110	<ul style="list-style-type: none">- Niveles de dosis más bajos que otros coagulantes. Cerca de 50 ppm menos que el PAC y 100 ppm menos que el sulfato de aluminio.- Mejor relación costo beneficio frente al sulfato de aluminio.- Poco o ningún efecto sobre el pH del agua, el pH se ve afectado entre (1-10 décimas de unidades de pH).- Forma coágulo grande y de rápida sedimentación.- Baja generación de lodos.	<ul style="list-style-type: none">- Mayor costo frente a coagulantes convencionales en una relación de (4:1).- Disponibilidad (formula de la compañía productora).
---------------	--	---

Fuente: COGOLLO FLÓREZ, Juan Miguel. CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS. 2011 y Productos Químicos Panamericanos S.A. Ficha técnica Ultrafloc 110.

Prueba de jarras para el coagulante: se realizó la prueba de jarras para la elección del coagulante con cuatro sustancias diferentes, hidróxido de aluminio, Ultrafloc 110 y sulfato de aluminio tipo A y tipo B siguiendo el diagrama 7 que se muestra a continuación:

Diagrama 7. Selección coagulante



Fuente: elaboración propia.




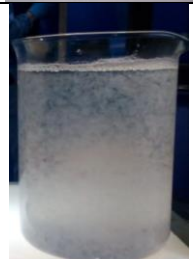
Inicialmente se tomaron 4000 mL de agua residual tratada mediante el proceso de oxidación con peróxido de hidrogeno y se dividió en cuatro vasos de precipitado, se realiza la homogenización de las muestras a 100 rpm durante 5 minutos.

Paulatinamente se agregaron 10 ppm de sulfato de aluminio tipo A en la primera jarra, 10 ppm de sulfato de aluminio tipo B en la segunda, 10 ppm de Ultrafloc 110 en la tercera y 10 ppm de hidróxido de aluminio en la cuarta jarra. Se repitió el procedimiento hasta observar la formación de coágulos en el agua y se detuvo la agitación para permitir el proceso de sedimentación del material particulado (5 minutos). Para el Ultrafloc 110 se utilizaron 50 ppm ya que en ese instante se evidenció la formación de coágulos mientras que para el PAC se realizó la dosificación hasta 100 ppm para observar dicha formación; el sulfato de aluminio tipo A y tipo B se utilizó una dosificación de hasta 240 ppm y en ese momento no se observó formación de coágulos de gran tamaño y por ende se detuvo el proceso.

Se llevo a cabo la dosificación de cada uno de los reactivos con el fin de encontrar la concentración mínima en la cual se comienza a evidenciar la formación de

flóculos en cada jarra correspondiente a cada uno de los coagulantes. En el cuadro 10 se muestran los resultados obtenidos al realizar la coagulación mediante la prueba de jarras.

Cuadro 8. Resultados coagulación

Reactivos	Dosificación (ppm)	Volumen utilizado (mL)	Registro fotográfico
Sulfato de Aluminio Tipo A	240	24	
Sulfato de Aluminio Tipo B	240	24	
Ultrafloc 110	50	5	
PAC	100	10	

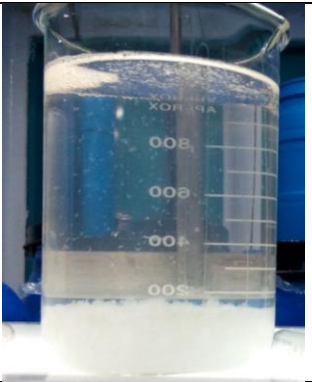


Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante la prueba de jarras se selecciona como insumo para el proceso de coagulación el Ultrafloc 110 esto debido a que su implementación genera dosificaciones pequeñas utilizando 80% menor cantidad comparada con el sulfato de aluminio tipo A y tipo B y 50% menos respecto al el hidroxiclورو de aluminio; además de esto se observa la formación de

coágulos de buen tamaño y buena sedimentación que favorece la disminución de la turbidez; adicionalmente al realizar este proceso con Ultrafloc 110 el pH del agua no se ve afectado considerablemente puesto que al llevar cabo las mediciones se tiene una variación en 0,47 unidades de pH.

Dosificación del coagulante: para seleccionar la dosificación óptima del coagulante Ultrafloc 110 se dispone de una prueba de jarras siguiendo el diagrama 7, y utilizando dosis de coagulante de 50, 60 y 70 ppm. En el cuadro 11 se pueden observar los resultados obtenidos para la dosificación del coagulante.

Cuadro 9. Dosificación del coagulante

Reactivo	Dosificación (ppm)	Volumen utilizado (mL)	Registro fotográfico
Ultrafloc 110	50	5	
	60	6	
	70	7	

Fuente: elaboración propia

Con los datos obtenidos en el cuadro 11 se concluye que la dosificación requerida para el proceso de coagulación es de 50 ppm, porque se da la formación de coágulos de buen tamaño y buena sedimentación que permiten una óptima clarificación del agua tratada con el uso de una pequeña dosis de coagulante. Aunque la dosificación de 60 ppm refleja resultados muy parecidos en cuanto a la formación de coágulos, no se eligió por el mayor consumo de coagulante para el proceso sin aumentar de manera significativa la formación de coágulos y clarificación del agua. La última jarra en la cual se utilizó una dosificación de 70 ppm refleja una nueva estabilización de los coloides debida al exceso del coagulante lo que genera que no se formen coágulos de buen tamaño que puedan precipitar y la zona clarificada presenta mayor turbidez.

- **Selección de floculante:** de la misma manera que en la selección del coagulante, los floculantes se evalúan a nivel teórico - experimental, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas frente al proceso como se muestra en el cuadro 12 y mediante la realización de la prueba de jarras para verificar la efectividad de los agentes empleados.

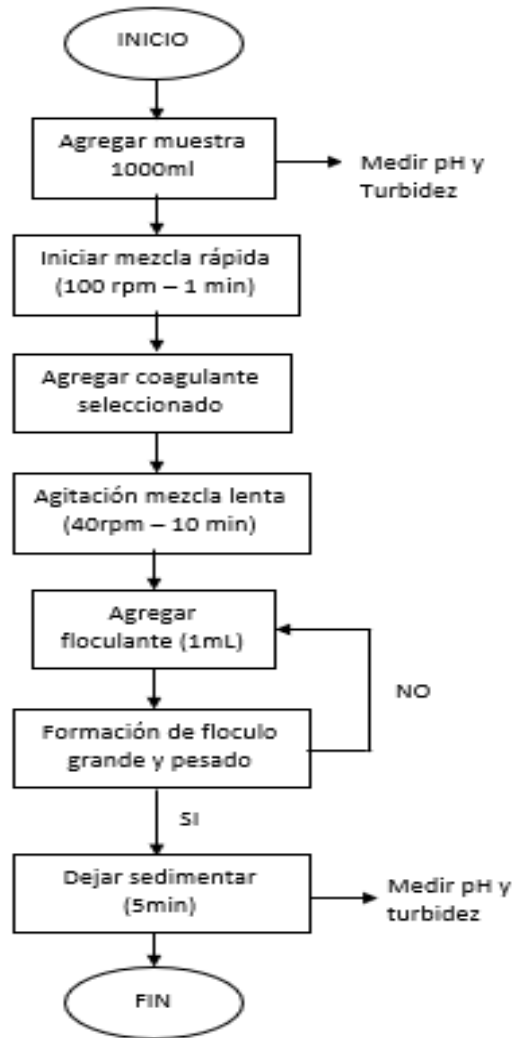
Cuadro 10. Ventajas y desventajas de floculante.

FLOCULANTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Poliacrilamida Aniónica	<ul style="list-style-type: none"> • Efectiva y rápida separación líquidos sobre sólidos. • Óptima relación costo beneficio. • Disminuye DBO y DQO en el efluente. • Alto efecto de deshidratación. • No es inflamable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación lenta con agitación constante. • Tiempo de maduración (2 horas). • Mezcla polímero agua muy adherente.
Poliacrilamida Catiónica	<ul style="list-style-type: none"> • No tóxico. • Fácilmente soluble. • Rápida formación y separación de flóculos. • Alto efecto de deshidratación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta absorción de humedad. • Tiempo de maduración (2 horas). • Preparación lenta con agitación constante.

Fuente: elaboración propia

Prueba de jarras para el floculante: se ejecuta una prueba de jarras para la elección del floculante utilizando dos tipos de floculante, uno de carácter aniónico y otro catiónico siguiendo el diagrama que se muestra a continuación en el diagrama 8.

Diagrama 8. Selección del floculante.



Fuente: elaboración propia

Se tomaron 2 vasos de precipitado cada uno con 1000 mL de agua residual previamente tratada con peróxido de hidrogeno al 5%, seguido de esto se dio inicio a la agitación a 100 rpm durante un minuto y se adicionaron 50 ppm de Ultrafloc 110 a cada uno de los vasos siendo esta la dosificación óptima de coagulante encontrada previamente. Se llevó a cabo agitación lenta a 40 rpm y se agregó 1 ppm del floculante aniónico en la primera jarra y de igual forma para la segunda jarra se agregó 1 ppm del floculante catiónico. El procedimiento se realizó en tres ocasiones hasta observar la formación de un floc grande y pesado. Se detuvo la agitación y se dejó sedimentar el floc durante 5 minutos para realizar mediciones de pH, turbidez e índice de Willcomb. El índice de Willcomb otorga una calificación al floc formado lo que permite un análisis cualitativo para el proceso de coagulación – floculación. en el cuadro 13 se muestran los valores del índice de Willcomb.


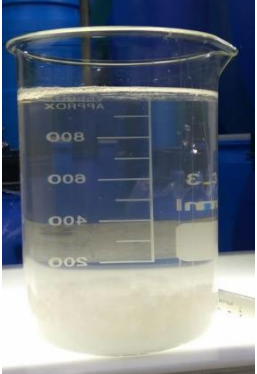
Cuadro 11. Índice de Willcomb

NÚMERO DE ÍNDICE	DESCRIPCIÓN
0	Ningún signo de aglutinamiento
2	Floc muy pequeño, casi imperceptible
4	Floc que sedimenta muy lentamente o no sedimenta
6	Floc de tamaño relativamente grande, esponjoso, que sedimenta con lentitud
8	Floc de sedimentación fácil, aunque deja algo de turbiedad en el agua
10	Floc de muy buena sedimentación que deja agua cristalina

Fuente: GALVIS GONZALEZ, Nubia Janneth. Ensayos de tratabilidad del agua una herramienta concluyente para el diseño de plantas de potabilización. 2014. 56 p.

En el cuadro 14 se muestran los resultados obtenidos tras la realización del proceso de coagulación – floculación.

Cuadro 12. Resultados de la floculación.

Tipo	Volumen (mL)	Dosificación (ppm)	Turbidez (NTU)	pH	Índice de Willcomb	Registro fotográfico
Aniónico	3	3	7,37	6,98	8	
Catiónico	3	3	9,84	7,13	6	

Fuente: elaboración propia

Los resultados mostrados en el cuadro 14 permiten seleccionar como insumo para el proceso de floculación la poliacrilamida aniónica con la cual se evidencia una mejor formación del floc, esto soportado con el índice de Willcomb (8); adicionalmente se observa una remoción en la turbidez del agua dos unidades porcentuales mayor al realizar la comparación con la poliacrilamida de tipo catiónico. Por último, el agua tratada presenta un cambio sutil en el pH (0,47 unidades de pH) lo que es favorable para el proceso al no necesitar una posterior neutralización del efluente.

A continuación, en el cuadro 15 se observa la opción viable en cuanto a insumos para el sistema propuesto.

Cuadro 15. Insumos viables para el sistema propuesto.

PROCESO	INSUMO
Oxidación	Peróxido de hidrogeno (60%)
Coagulación	Ultrafloc 110 o PAC
Floculación	Poliacrilamida aniónica

Fuente: elaboración propia

4.4 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Se evalúa la eficiencia del sistema de tratamiento planteado mediante la realización de una caracterización final en la que se desarrolla un análisis fisicoquímico del agua tratada, dicho análisis se hace con la colaboración de un laboratorio externo (ANALQUIM Ltda.), de igual manera los parámetros fisicoquímicos que se analizan son aquellos que se encuentran fuera del límite máximo permisible establecido en la normatividad vigente para vertimientos que en este caso son DQO, DBO, Tensoactivos y Grasas y aceites. En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos con la caracterización del agua tratada.

Tabla 10. Resultados caracterización final y comparación con la normatividad.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESOLUCIÓN N 631 de 2015 (Artículo 13)	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	500,00	2682,2	375	Si
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	200	1555,70	195,00	Si
Grasas y Aceites	mg/L	10,00	49,20	> 6	Si
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	10,00	374	54,83	No

Fuente: elaboración propia basado en MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 631 de 2015 y Analquim Ltda.

Con los resultados mencionados en la tabla 10 se puede observar que el sistema de tratamiento planteado tiene una eficiencia óptima en cuanto a la disminución en la concentración de los parámetros DQO, DBO y grasas y aceites obteniendo valores que se encuentran por debajo del límite máximo permitido en la normatividad colombiana. Cada uno de estos parámetros se vio afectado debido a las operaciones unitarias propuestas; la reducción de DQO se favoreció tanto con la oxidación como con la clarificación, así como la disminución en el parámetro DBO que se ve directamente afectada por los procesos de coagulación y floculación; para las grasas y aceites se sugiere una disminución en todo el sistema ya que se ven afectadas tanto en la trampa de grasas siendo este el primer equipo del tratamiento como en el clarificador siendo el equipo final del sistema propuesto .

El sistema de tratamiento presentó resultados aceptables en cuanto a porcentajes de remoción de los contaminantes, como se enuncia en la tabla 11 obteniendo porcentajes grandes y por tal motivo, una disminución considerable de la concentración de los parámetros medidos.

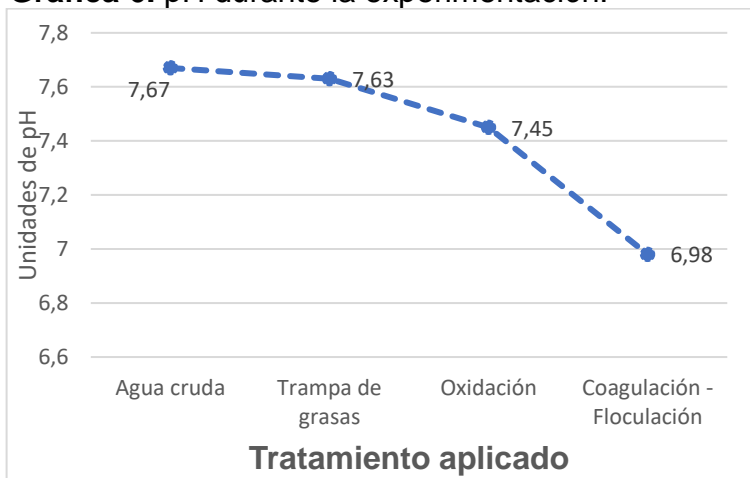
Tabla 11. Porcentaje de remoción de los contaminantes.

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	% REMOCIÓN DE CONTAMINANTE
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	2682,2	375	86,02
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	1555,70	195,00	87,47
Grasas y Aceites Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	49,20	> 6	87,80
	mg/L	374	54,83	85,34

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los tensoactivos presentes en el agua se refleja una disminución en la concentración de estos respecto al agua cruda, aunque el valor obtenido no se encuentra entre el rango permitido por la normatividad colombiana. Debido a que la disminución de este parámetro se puede llevar a cabo tomando medidas preventivas como el cambio de los insumos que se utilizan para el aseo de los equipos y la planta en general se mencionan al final del capítulo una serie de sugerencias que no modifican los procesos del sistema de tratamiento propuesto. Además de esto se realiza un análisis de las variables medidas in situ observando la variación del pH en la gráfica 6 y la turbidez en la gráfica 7 a lo largo del sistema de tratamiento postulado.

Gráfica 6. pH durante la experimentación.

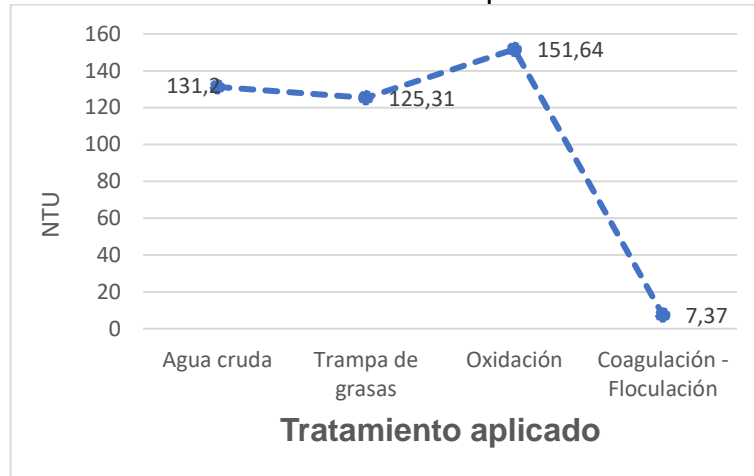


Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los procesos que componen el sistema de tratamiento de agua residual genera una variación del pH del agua empezando con el agua cruda con un pH de 7,67 el cual presenta disminución al pasar por la trampa de grasas. Seguido de esto se presenta una disminución a 7,45 unidades de pH en el proceso de oxidación; esta variación se presenta debido a que el pH del agente oxidante utilizado se encuentra entre 2 y 3 unidades de pH. En la etapa de coagulación floculación nuevamente se observa una disminución del pH en 0,47 unidades producido por el uso de los insumos en el proceso (Ultrafloc 110 y poliacrilamida catiónica).

El pH final tomado al agua tratada es de 6,98 valor que se encuentra entre los rangos permitidos por la normatividad colombiana (entre 5 y 9 unidades de pH), lo que indica que tras llevar a cabo el tratamiento del agua mediante el sistema propuesto se tienen condiciones aptas de pH para el vertimiento sin necesidad de la inclusión de un proceso de neutralización previo.

Gráfica 7. Turbidez durante la experimentación.



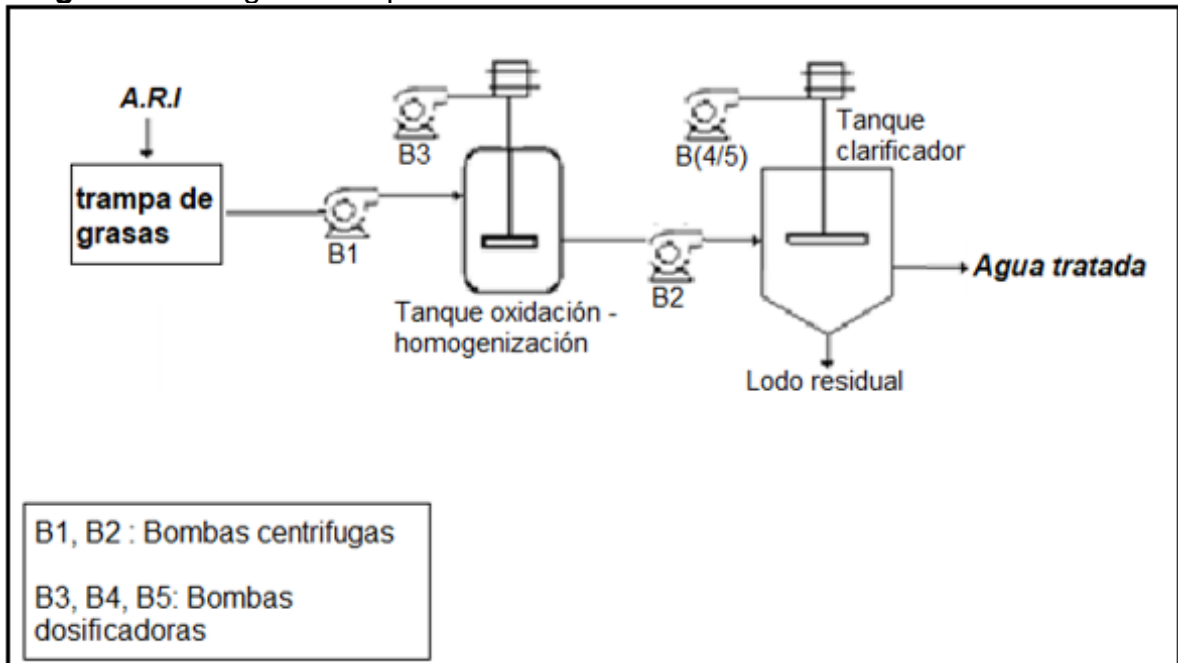
Fuente: elaboración propia.

La turbidez del agua representa la cantidad de sólidos en suspensión contenidos; La trampa de grasas disminuye la turbidez del agua en un 5% debido al remoción de grasas, aceites y sólidos de tamaño grande. El proceso de oxidación como se observa en la gráfica 7, refleja un aumento en la turbidez del agua de 17% puesto que el peróxido de hidrogeno presenta efervescencia. La turbidez final medida es de 7,37 NTU y representa una disminución porcentual de 94,38% respecto al agua cruda; dicha disminución se presenta debido a que tras el proceso de coagulación – floculación se da la aparición de una zona clarificada en la cual la turbidez del agua es mínima si el proceso presentó una eficiencia óptima.

5. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la experimentación a nivel de laboratorio de la alternativa B, se realiza el dimensionamiento de los equipos que componen el sistema de tratamiento de aguas propuesto y la dosificación de los reactivos químicos. El sistema consta de tres operaciones unitarias realizadas secuencialmente y los equipos que se requieren para el desarrollo de estas son; una trampa de grasas, un tanque de homogenización – oxidación y finalmente un tanque clarificador. Ver diagrama 9.

Diagrama 9. Diagrama de proceso del sistema seleccionado



Fuente: elaboración propia.

5.1 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS.

La simulación de los equipos se realizó mediante la implementación de una trampa de grasas casera (ver imagen 9) con unas dimensiones de 18 cm de altura, 26 cm de ancho y 43 cm de largo (capacidad de 20,12 litros); una prueba de jarras simulando el tanque de homogenización y oxidación (ver imagen 10) y otra para simular el tanque clarificador (ver imagen 11). Teniendo en cuenta esto, se realiza el dimensionamiento de los equipos en base al caudal a tratar en el sistema

Imagen 9. Trampa de grasas casera



Fuente: elaboración propia.

Imagen 10. Simulación homogenización-oxidación en laboratorio



Fuente: elaboración propia.

Imagen 11. Simulación coagulación – floculación



Fuente: elaboración propia.

5.1.1 Trampa de grasas. Con base en los resultados obtenidos en la caracterización del agua cruda en la cual se obtuvo un valor en la concentración del parámetro grasas y aceites de 49,2mg/L, se tiene como primer equipo del sistema de tratamiento una trampa de grasas. Para su diseño se toma como referencia el

Parámetros de diseño RAS:

- El tanque debe tener 0,25 m² de área por cada litro por segundo de caudal a tratar.
- Relación Ancho/Longitud (1:4 hasta 1:18).
- Velocidad ascendente mínima de 4mm/s.
- Tiempo de retención hidráulico (3 min, para caudales de 2L/s)

Según la determinación del caudal en el capítulo del diagnóstico, se tiene el valor máximo con el cual el equipo deberá trabajar siendo este de 0,3115 L/s; a partir de este y teniendo en cuenta los parámetros de diseño se da el dimensionamiento de la trampa de grasas de la siguiente manera (ver ecuación 4, 5, 6, 7 y 8):

Ecuación 4. Área trampa de grasas

$$\begin{aligned} \text{Área}(m^2) &= Q(\text{caudal de entrada}) L/s * \left(\frac{0,25m^2}{1 L/s} \right) \\ \text{Área} &= 0,3115 L/s * \left(\frac{0,25m^2}{1 L/s} \right) = 0,078m^2 \end{aligned}$$

De acuerdo al área obtenida se tiene la relación 1:4 Ancho/Longitud.

Ecuación 5. Área de un paralelogramo

$$\text{Área} = \text{Ancho}(m) * \text{Longitud}(m)$$

Ecuación 6. Relación ancho/longitud para la trampa de grasas

$$\begin{aligned} \text{Longitud}(m) &= (4 * \text{Ancho}(m)) \\ \text{Área}(m^2) &= \text{Ancho}(m) * (4 * \text{Ancho}(m)) \end{aligned}$$

Para obtener el ancho se aplica la siguiente expresión:

⁶⁹ REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS - 2000. Tratamiento de aguas residuales.2000 Nov.

$$\text{Ancho}(m) = \sqrt{\frac{\text{Area}(m^2)}{4}}$$

$$\text{Ancho}(m) = \sqrt{\frac{0,078m^2}{4}} = 0,1396m$$

La longitud del equipo se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Longitud}(m) = (4 * 0,1396m) = 0,5586m$$

Para el cálculo del volumen útil se utiliza el tiempo de retención referenciado como parámetro de diseño de 3 min \approx 180 seg para caudales de 2 L/s.

Ecuación 7. Volumen útil

$$Vu(L) = Q(L/s) * t_r(s)$$

V_u: Volumen útil
 Q: Caudal de entrada
 t_r: Tiempo de retención

$$Vu(L) = 0,3115 L/s * 180 s = 56,07L \approx 0,05607m^3$$

La profundidad útil se refiere a la distancia entre el fondo del equipo y la superficie del volumen ocupado.

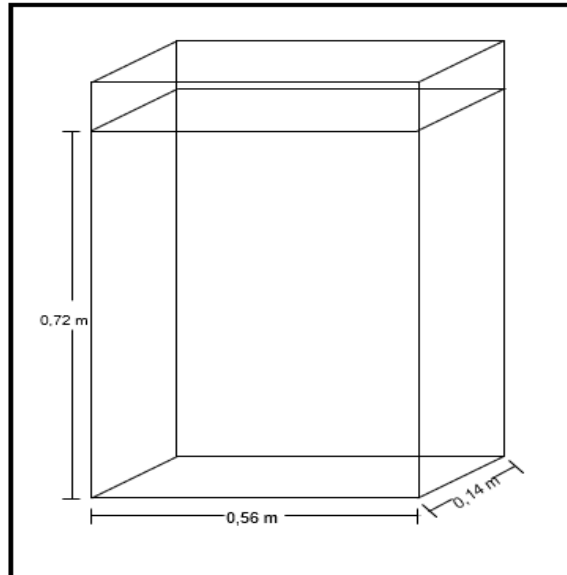
Ecuación 8. Profundidad útil

$$Pu(m) = \frac{Vu m^3}{\text{Área } m^2}$$

$$Pu(m) = \frac{0,05607 m^3}{0,078 m^2} = 0,7188m$$

La figura 3 muestra la trampa de grasas propuesta con base en las dimensiones determinadas anteriormente:

Figura 2. Dimensiones trampa de grasas



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta las dimensiones obtenidas anteriormente se puede evidenciar valores no aptos para la construcción de este equipo, puesto que son inferiores en relación a las que se encuentran comercialmente. Debido a esto se toma como referencia la trampa de menor capacidad disponible en el mercado con las siguientes dimensiones; ancho igual a 70 cm, largo de 120 cm y 90 cm de alto (Capacidad: 432 litros).

5.1.2 Tanque de homogenización y oxidación. Su función es regular los efectos de la variación del flujo y concentración del agua residual. Este tanque debe tener la capacidad suficiente para retener el volumen de agua que se va a tratar. Paralelo a esto en este equipo se realizará la oxidación con peróxido de hidrogeno.

Para el cálculo de las dimensiones del tanque se tiene como referencia los siguientes parámetros:

- Volumen de agua residual producido en un día ($0,448 \text{ m}^3$)
- La relación altura/diámetro es 1,5
- Factor de seguridad estipulado de 15%

Con base a esto, el volumen del tanque homogeneizador viene dado mediante la ecuación 9.

Ecuación 9. Volumen del tanque de homogenización y oxidación

$$V_{\text{tanque}}(\text{m}^3) = V_{\text{día}}(\text{m}^3) + (V_{\text{día}}(\text{m}^3) * 0,15)$$

$$V_{\text{tanque}} = 0,448 \text{ m}^3 + (0,448 \text{ m}^3 * 0,15)$$

$$V_{\text{tanque}} = 0,5146 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta el volumen teórico del tanque (ecuación 11) es posible determinar el diámetro del tanque por medio de la ecuación 12, reemplazando la relación establecida de altura/diámetro.

Ecuación 10. Volumen de un cilindro

$$V_{\text{cilindro}} = \frac{\pi}{4} * D^2 * h$$

Donde:

D=diámetro cilindro

h= altura cilindro

Ecuación 11. Diámetro del tanque de homogenización - oxidación

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * V_{\text{tanque}}}{1,5 * \pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 0,5146 \text{ m}^3}{1,5 * \pi}} = 0,76 \text{ m}$$

A partir del diámetro del tanque se obtiene la altura mediante la ecuación 13.

Ecuación 12. Altura del tanque de homogenización - oxidación

$$h = D * 1,5$$

$$h = 0,76 \text{ m} * 1,5 = 1,14 \text{ m}$$

El área del tanque de homogenización- oxidación viene dada por la ecuación 13.

Ecuación 13. Área del tanque de homogenización - oxidación

$$\text{Área} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Altura}}$$

$$\text{Área} = \frac{0,5146 \text{ m}^3}{1,14 \text{ m}} = 0,4514 \text{ m}^2$$

De acuerdo con el diámetro y la altura del tanque obtenidos se realizan los cálculos del agitador mediante las siguientes consideraciones⁷⁰:

Ecuación 14. Diámetro del agitador

$$\frac{D}{d} = \frac{0,76 \text{ m}}{d} = 3$$

Ecuación 15. Altura del agitador

$$\frac{h}{d} = 1$$

Donde:

d= diámetro del agitador

D= diámetro del tanque

Teniendo d=0,2533 m y h=0,2533 m se puede diseñar la paleta de agitación usando la ecuación 17.⁷¹

Ecuación 16. Longitud de la paleta de agitación del tanque de homogeneización - oxidación

$$r = \frac{d}{4}$$

$$r = \frac{0,2533 \text{ m}}{4} = 0,0633 \text{ m}$$

A partir del diámetro del tanque se calcula el diámetro del disco central del agitador usando la ecuación 18.⁷²

⁷⁰ ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. ACUAPURIFICACIÓN. Diseño de sistemas de purificación de agua. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. p.52-56

⁷¹ LEE, C. C. and LIN, Shun. Dar. Handbook of environmental ingenieering calculation. Mc Grawhill, 2007. 23 p.

⁷² Ibíd., p. 23.

Ecuación 17. Diámetro del disco del agitador tanque de homogeneización - oxidación

$$S = \frac{D}{4}$$

$$S = \frac{0,76 \text{ m}}{4} = 0,19 \text{ m}$$

Para establecer la potencia requerida se tiene en cuenta la ecuación 18.

Ecuación 18. Potencia requerida del tanque homogeneizador⁷³

$$P = k * \rho * N^3 * d^5$$

Donde:

P=Potencia requerida

ρ = Densidad

k=Factor de geometría del impulsor

N= Velocidad de rotación

d= diámetro del agitador

El valor del factor de geometría es constante 6,30⁷⁴, la densidad del agua 1000 kg/m³ y la velocidad de rotación se estima como 100 rpm \approx 1.67 rps⁷⁵

$$P = 6,30 * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (1,67 \text{ rps})^3 * (0,25)^5 = 458,47 \text{ w}$$

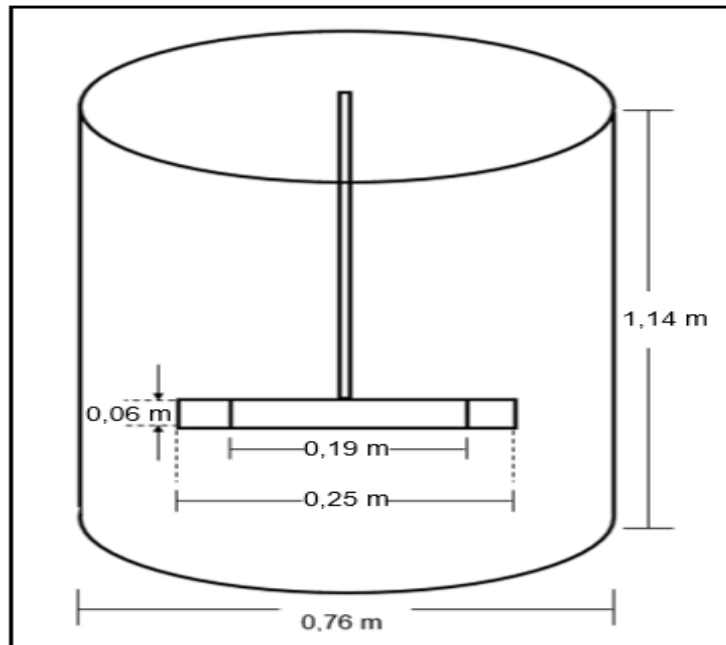
De acuerdo con las dimensiones calculadas, en la figura 4 se muestra el dimensionamiento del tanque homogeneizador y de oxidación:

⁷³ ROMERO ROJAS, Acuapurificación, Op. cit, p. 53.

⁷⁴ LEE and LIN, Op. cit, p. 34.

⁷⁵ ROMERO ROJAS, Acuapurificación, Op. cit, p. 53.

Figura 3. Dimensiones tranque de homogenización - oxidación



Fuente: elaboración propia

5.1.3 Tanque clarificador. El clarificador es un tanque de sedimentación utilizado para la remoción de sólidos que permite concentrar los contaminantes y eliminarlos por medio de los lodos residuales. Homólogo al tanque de oxidación se determina el volumen del tanque clarificador teniendo en cuenta los mismos parámetros de diseño (factor de seguridad del 15% y la relación altura/diámetro de 1,5)⁷⁶

El volumen del tanque clarificador se calcula con el mismo procedimiento del tanque de oxidación puesto que se determina que el volumen de la corriente de entrada al tanque homogeneizador es el mismo que el volumen de la corriente de salida, este último es corresponde a la corriente de entrada del tanque clarificador.

Ecuación 19. Volumen del tanque clarificador

$$V_{\text{tanque}}(m^3) = V_{\text{día}}(m^3) + (V_{\text{día}}(m^3) * 0,15)$$

$$V_{\text{tanque}} = 0,448 m^3 + (0,448m^3 * 0,15)$$

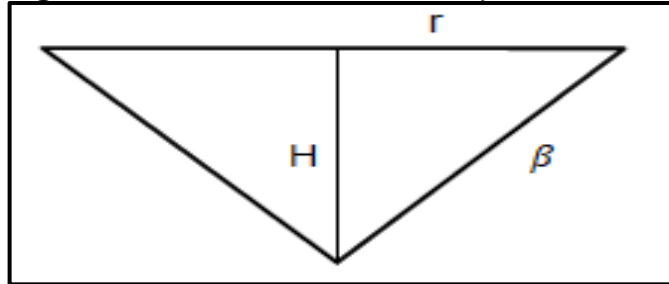
$$V_{\text{tanque}} = 0,5146 m^3$$

El cálculo de la sección cónica del clarificador se realiza asimilando dicha sección a un triángulo rectángulo para su dimensionamiento, de este modo existe un ángulo

⁷⁶ ROMERO ROJAS, Tratamiento de aguas residuales, Op. cit, p. 1090

de 45° sobre la horizontal como se muestra en la figura 5⁷⁷. Para establecer el diámetro se toma el valor de la tangente obtenida mediante la ecuación 20⁷⁸

Figura 4. Sección cónica del tanque clarificador



Ecuación 20. Cálculo tangente sección cónica del tanque clarificador

$$\text{Tangente } (\beta) = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto adyacente}}$$

Ecuación 21. Cálculo cateto opuesto sección cónica tanque clarificador

$$\text{Cateto opuesto} = H \text{ sección cónica} = \text{Tangente}(\beta) * r$$

Convirtiendo 45° en radianes se tiene:

$$45^\circ * \frac{\pi}{180^\circ} = \frac{45^\circ \pi}{180^\circ} = \frac{\pi}{4} = 0.785 \text{ radianes}$$

Para calcular la altura de la sección cónica es necesario partir de los radianes obtenidos y el radio del tanque clarificador y de esta manera determinar la altura de la sección cónica mediante la ecuación 22.

$$\text{Cateto opuesto} = H \text{ sección cónica} = \text{Tangente}(0,785) * \frac{0.76m}{2} = 0,3797 \text{ m}$$

Mediante la ecuación teórica del volumen de un cono y la altura previamente calculada se determina el volumen de la sección cónica con la ecuación 22.

⁷⁷ HERNANDEZ ARIZALA, Diana and LEAL, Paula. Ingeniería básica de un sistema para el tratamiento de aguas residuales en Cárnicos Rico Jamón; Fundación Universidad de América, 2009.

⁷⁸ LEE and LIN, Op. cit, p. 23.

Ecuación 22. Volumen de la sección cónica

$$Volumen\ sección\ cónica = \frac{\pi * r^2 * H_{cono}}{3}$$

$$Volumen\ sección\ cónica = \frac{\pi * \left(\frac{0,76m}{2}\right)^2 * 0,3797\ m}{3} = 0,0574\ m^3$$

Una vez se han determinado las dimensiones de la sección cónica del tanque clarificador es posible determinar las dimensiones de la sección cilíndrica mediante la diferencia de volúmenes, mediante la ecuación 23.

Ecuación 23. Volumen sección cilíndrica del tanque clarificador

$$V\ sección\ cilíndrica = V\ tanque\ clarificador - Sección\ cónica$$

$$V\ sección\ cilíndrica = 0,4572\ m^3$$

Una vez determinado el volumen del cilindro del clarificador se calcula la altura de este mediante la ecuación 24.

Ecuación 24. Altura sección cilíndrica del tanque clarificado

$$H\ sección\ cilíndrica = \frac{4 * Sección\ cilíndrica}{\pi * D^2}$$

$$H\ sección\ cilíndrica = \frac{4 * 0,4572\ m^3}{\pi * (0,76m)^2} = 1,0078\ m$$

A partir de las alturas calculadas de las secciones cónica y cilíndrica, se calcula la altura total del tanque clarificador mediante la ecuación 25.

Ecuación 25. Altura total del tanque clarificador

$$H\ total = H\ sección\ cónica + H\ sección\ cilíndrica$$

$$H\ total = 0,3797\ m + 1,0078\ m = 1,396\ m$$

El área del tanque de clarificación viene dada por la ecuación 26.

Ecuación 26. Área del tanque clarificador

$$\text{Área} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Altura}} = 0,3709 \text{ m}^2$$

Del mismo modo que con el tanque de oxidación se determinan las dimensiones del tanque clarificador, a partir de las ecuaciones 15 y 16⁷⁹:

$$\frac{D}{d} = \frac{0,76 \text{ m}}{0,25} = 3$$

$$\frac{h}{d} = 1$$

Teniendo $d=0,2533 \text{ m}$ y $h=0,2533 \text{ m}$ se puede diseñar la paleta de agitación mediante la ecuación 17 y 18.

$$r = \frac{0,2533 \text{ m}}{4} = 0,0633 \text{ m}$$

Se calcula el diámetro del disco central partir del diámetro del tanque de clarificación usando la ecuación 18⁸⁰.

$$S = \frac{0,76 \text{ m}}{4} = 0,19 \text{ m}$$

Para establecer la potencia requerida se tiene en cuenta la ecuación 19⁸¹. El valor del factor de geometría es constante 6,30, la densidad del agua 1000 kg/m^3 y la velocidad de rotación se estima como $100 \text{ rpm} \approx 1,67 \text{ rps}$ ⁸²

$$P = 6,30 * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (1,67 \text{ rps})^3 * (0,25)^5 = 458,47 \text{ W}$$

A partir de las dimensiones establecidas del tanque clarificador se puede observar en la figura 6 su diseño.

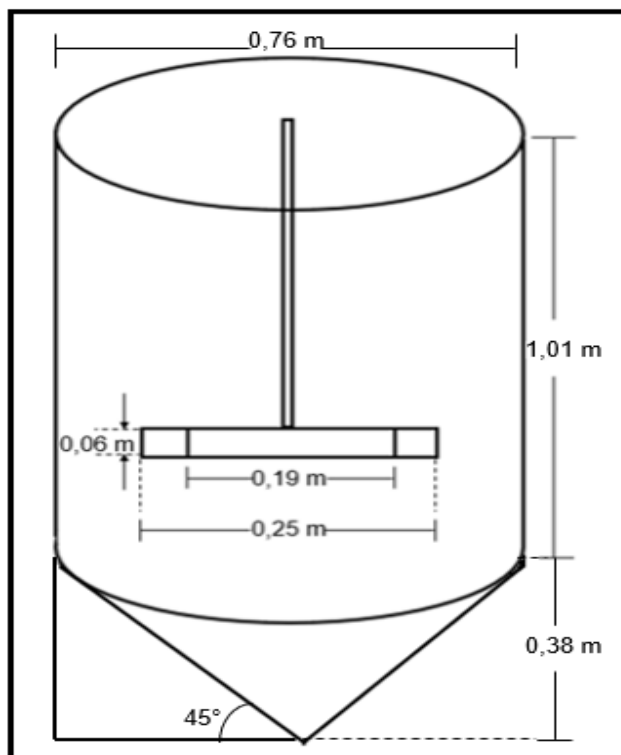
⁷⁹ ROMERO ROJAS, Acuapurificación, Op. cit, p. 52-56

⁸⁰ LEE and LIN, Op. cit, p.23

⁸¹ ROMERO ROJAS, Acuapurificación, Op. cit, p 53

⁸² LEE and LIN, Op. cit, p.34.

Figura 5. Dimensiones tanque clarificación.



Fuente: elaboración propia

5.1.4 Bombas. El sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto requiere de dos bombas las cuales se encargan del transporte del residuo líquido desde la salida de la trampa de grasas hasta el tanque de homogenización – oxidación y desde este equipo al tanque clarificador. Adicionalmente, tres bombas dosificadoras que se encargan de la adición de los insumos en cada etapa del sistema. En la tabla 12 se muestra en síntesis el dimensionamiento básico de los equipos.

Tabla 12. Dimensionamiento básico de los equipos

Equipo	Dimensiones	
	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Trampa de grasas	0,078	0,056
Tanque de homogenización – oxidación	0,4514	0,5146
Tanque clarificador	0,3709	0,5146

Fuente: elaboración propia

5.2 DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS

La dosificación de los insumos se realiza en base a los resultados obtenidos mediante el desarrollo experimental, teniendo en cuenta la dosificación óptima seleccionada del oxidante (peróxido de hidrogeno), coagulante (Ultrafloc 110) y floculante (poliacrilamida aniónica).

El volumen de agua para el cual se realizó el diseño del tanque de homogenización-oxidación y el tanque clarificador es la cantidad de agua semanal a tratar y con base en este, se realiza la dosificación pertinente de reactivos en cada equipo.

5.2.1 Agente oxidante (Peróxido de hidrogeno). En el desarrollo experimental llevado a cabo en el capítulo anterior se seleccionó como agente oxidante el peróxido de hidrogeno con una cantidad de 8 mL al 5% para el tratamiento de 500 mL de agua residual, teniendo en cuenta que el volumen a tratar es de 0,4475 m³ se realiza el cálculo de la cantidad necesaria de oxidante para llevar a cabo el tratamiento semanal.

$$\text{Relación } H_2O_2 (5\%) = \frac{8 \text{ mL } H_2O_2 (5\%)}{500 \text{ mL Agua residual industrial}}$$

Con esta relación se puede calcular la cantidad de oxidante necesaria para el tratamiento de 0,4475 m³ de agua residual industrial de la siguiente manera:

$$0,4475 \text{ m}^3 \text{ A. R. I.} * \frac{1e^6 \text{ mL A. R. I.}}{1 \text{ m}^3 \text{ A. R. I.}} = 447500 \text{ mL A. R. I}$$

Al obtener los mL de agua residual a tratar y con la relación de oxidante utilizado por cantidad de agua tratada se halla el volumen del agente oxidante de esta forma:

$$447500 \text{ mL A. R. I.} * \frac{8 \text{ mL } H_2O_2 (5\%)}{500 \text{ mL A. R. I.}} * \frac{1 \text{ L } H_2O_2 (5\%)}{1e^3 \text{ mL } H_2O_2 (5\%)}$$

$$\text{Volumen } H_2O_2 (5\%) = 7,16 \text{ L } H_2O_2 (5\%)$$

El peróxido de hidrogeno disponible en planta se encuentra a una concentración mayor a la utilizada experimentalmente y por tanto se calculan los valores de la dosificación de este insumo utilizando la concentración de 60%, de esta manera:

Ecuación 27. Dilución de soluciones

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

Con la concentración del peróxido de hidrogeno disponible en planta (60%), la concentración y el volumen requerido para el tratamiento del agua 5% y 7,16 L respectivamente se puede hallar el volumen de peróxido al 60% necesario para el tratamiento del agua en el tanque de oxidación.

$$V1 = \frac{C2 * V2}{C1}$$

$$V1 = \frac{50000 \text{ ppm} * 7,16 \text{ L sln } H_2O_2 \text{ (5\%)}}{600000 \text{ ppm}} = 0,596 \text{ L sln } H_2O_2 \text{ (60\%)}$$

La cantidad de oxidante requerida para realizar el tratamiento de gua semanalmente es de 0,6 L de peróxido de hidrogeno al 60%

5.2.2 Coagulante. Mediante la prueba de jarras realizada en el laboratorio se dio la selección del Ultrafloc 110 como insumo para el proceso de coagulación con una concentración de 50 ppm correspondiente a 5 mL de una solución del coagulante al 1% para el tratamiento de 1000 mL de agua residual industrial. A continuación, se puede observar la relación de volumen de coagulante utilizado respecto al volumen de agua tratada a nivel experimental:

$$\text{Relación Ultrafloc 110 (1\%)} = \frac{5 \text{ mL Ultrafloc 110 (1\%)}}{1000 \text{ mL Agua residual industrial}}$$

Esta relación permite realizar el cálculo del volumen necesario de coagulante para hacer el tratamiento del agua residual industrial de la empresa de forma semanal teniendo un volumen a tratar de 447500 mL.

$$447500 \text{ mL A.R.I.} * \frac{\text{Volumen Ultrafloc 110 (1\%)}}{1000 \text{ mL A.R.I.}} = \frac{5 \text{ mL Ultrafloc 110 (1\%)}}{1000 \text{ mL A.R.I.}} * \frac{1 \text{ L Ultrafloc 110 (1\%)}}{1e^3 \text{ mL Ultrafloc 110 (1\%)}}$$

$$\text{Volumen Ultrafloc 110 (1\%)} = 2,2375 \text{ L Ultrafloc 110 (1\%)}$$

Teniendo el volumen necesario de coagulante (2,14 L) se determina la cantidad de Ultrafloc 110 puro requerido para la preparación de la solución al 1% de esta forma:

$$2,14 \text{ L sln Ultrafloc 110 (1\%)} * \frac{10000 \text{ mg Ultrafloc 110}}{1 \text{ L sln Ultrafloc 110(1\%)}} * \frac{1 \text{ g Ultrafloc 110}}{1e^3 \text{ mg Ultrafloc 110}}$$

$$\text{Cantidad Ultrafloc 110 puro} = 21,4 \text{ g Ultrafloc 110}$$

Debido a que la presentación de este insumo comercialmente se encuentra en estado líquido se utiliza la densidad del coagulante (1,31 g/mL) para encontrar la cantidad de Ultrafloc 110 requerida.

$$\frac{21,4 \text{ g Ultrafloc 110 puro}}{1,31 \text{ g/mL}} = 16,34 \text{ mL} \approx 0,16 \text{ L Ultrafloc 110 puro}$$

La cantidad requerida del coagulante Ultrafloc 110 para realizar la solución al 1% y posteriormente el proceso de coagulación es de 0,16 L completando hasta obtener un volumen de 2,14 L, volumen necesario para el tratamiento del agua residual industrial semanal generada en la empresa.

5.2.3 Floculante. La prueba de jarras para la selección del floculante determino que la dosis optima de floculante para el tratamiento de 1000 mL de agua residual es de 3 ppm lo que corresponde a 3 mL de poliacrilamida de tipo aniónico en una solución al 0,1%. Con estos valores se puede determinar la siguiente relación:

$$\text{Relación floc. (0.1\%)} = \frac{3 \text{ mL floc. (0.1\%)}}{1000 \text{ mL Agua residual industrial}}$$

Por medio de la relación anterior es posible calcular el volumen necesario de poliacrilamida aniónica requerido para la implementación del proceso de floculación en 447500 mL de agua residual industrial.

$$447500 \text{ mL A. R. I.} * \frac{\text{Volumen floc. (0.1\%)} = \frac{3 \text{ mL floc. (0.1\%)}}{1000 \text{ mL A. R. I.}} * \frac{1 \text{ L floc. (0.1\%)}}{1e^3 \text{ mL floc. (0.1\%)}}$$

$$\text{Volumen floc. (0.1\%)} = 1,34 \text{ L floc. (0,1\%)}$$

Para conocer la cantidad de floculante sólido y realizar la disolución al 0,1% correspondiente a 1000 ppm y a su vez determinar la cantidad total a utilizar en una corrida del sistema de tratamiento se realiza el siguiente calculo:

$$1,34 \text{ L sln floc. (0.1\%)} * \frac{1000 \text{ mg floculante}}{1 \text{ L sln floc. (0.1\%)}} * \frac{1 \text{ kg floculante}}{1e^6 \text{ mg floculante}}$$

$$\text{Cantidad floc.} = 0,0013 \text{ Kg floculante}$$

La cantidad de poliacrilamida de tipo aniónica requerida para realizar la solución al 0,1% es de 1,3 g y se realiza la solución hasta obtener 1,34 L, volumen necesario para efectuar el tratamiento del agua residual generada en la empresa Producción y Gestión S.A.S semanalmente.

En la tabla 13 se puede observar el resumen de la dosificación necesaria para la ejecución de las operaciones unitarias que componen el sistema propuesto para el tratamiento semanal de 0,4475 m³ de agua residual.

Tabla 13. Dosificación de insumos

PROCESO	INSUMO	Dosificación por tratamiento
Oxidación	Peróxido de hidrogeno al 60%	0,6 L
Coagulación	Ultrafloc 110	0,16 L
Floculación	Poliacrilamida aniónica	0,0013 kg

Fuente: Elaboración propia

5.3 ÁREA DISPONIBLE

La empresa dispone de un área de 13,94 m² la cual se puede observar en la imagen 12 para la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales. El área total ocupada por los equipos que componen el sistema propuesto es de 1,66 m². Teniendo en cuenta esto la alternativa es viable al ocupar apenas un 12 % del área disponible teniendo así el espacio que será requerido para las bombas y el transito del personal encargado del sistema.

Imagen 12. Área disponible en la empresa para implementación



Fuente: Elaboración propia.

6. COSTOS

Para dar cumplimiento al cuarto y último objetivo del proyecto se determina el costo del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto en el capítulo anterior, realizando un análisis de costos de inversión y costos de operación del sistema.

Actualmente se realiza el tratamiento del agua residual industrial por parte de una empresa externa encargada de la recolección y correcta disposición del agua residual industrial almacenada en el tanque primario; para concluir este capítulo se realiza una comparación entre los costos generados actualmente por tratamiento y los costos generados mediante la implementación de la propuesta descrita en este proyecto.

6.1 COSTOS DE INVERSIÓN

Los costos de inversión asociados al desarrollo de la propuesta se generan básicamente a partir de la adquisición de los equipos necesarios para la instalación, puesta en marcha y óptimo funcionamiento del sistema de tratamiento; además de los equipos dimensionados previamente se requiere de dos bombas centrifugas para el transporte del líquido residual, tubería de interconexión entre equipos y un kit de dosificación para cada uno de los insumos (peróxido de hidrogeno, Ultrafloc 110 y poliacrilamida aniónica). Adicionalmente los costos de inversión vienen dados por el costo de instalación concerniente a mano de obra, herramientas y transporte de los equipos. En la tabla 14 se muestran los costos de inversión para el proyecto según la cotización otorgada por la empresa COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS, ver anexo I.

Tabla 14. Costo de equipos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR UNITARIO
Trampa de grasas	1	\$ 1.055.700	\$ 1.055.700
Tanque de homogenización – oxidación	1	\$ 1.805.700	\$ 1.805.700
Tanque de coagulación, floculación y sedimentación	1	\$ 3.055.000	\$ 3.055.000
Bomba centrifuga	2	\$ 1.649.999	\$ 3.299.998
Kit de dosificación	3	\$ 1.650.000	\$ 4.950.000
Tablero de control	1	\$ 3.250.000	\$ 3.250.000
Herramienta menor	3	\$ 42.029	\$ 126.087
Transporte	1	\$ 315.218	\$ 315.218

Tabla 14. (Continuación)

Instalación (mano de obra)	6	\$ 231.000	\$ 1.386.000
Costo total			\$ 19.243.703
Administración 10%			\$ 1.924.370
Imprevisto 4%			\$ 769.748
Iva 19%			\$ 3.656.304
TOTAL			\$ 25.594.125

Fuente: elaboración propia.

Se calcula una inversión inicial asociada a la implementación del sistema de tratamiento propuesto de 25.594.125 COP. Al considerar el caudal de agua que requiere ser tratado se establece para la dosificación de los reactivos en cada una de las etapas y el transporte del efluente de un equipo a otro una ejecución manual.

Al realizar las modificaciones mencionadas anteriormente la implementación del proyecto tiene una disminución de 11.499.998 COP en su inversión inicial, reflejada al prescindir de las bombas centrifugas, kit de dosificación y el tablero de control. De esta manera se obtiene una inversión inicial para la implementación del proyecto de 14.094.127 COP.

6.2 COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación para el desarrollo de la propuesta corresponden a los insumos que necesita cada etapa del sistema de tratamiento, los costos de energía eléctrica y la mano de obra, refiriendo esta última al personal encargado del funcionamiento del sistema de tratamiento.

6.2.1 Costo de insumos. Con los resultados obtenidos a nivel de dosificación para el funcionamiento del sistema de tratamiento semanalmente se establecen los costos que se generan debido a la compra del agente oxidante, coagulante y floculante. Los costos de insumos fueron proporcionados por la empresa Fluintec SAS a Producción Y Gestión SAS.

- **Peróxido de hidrogeno:** para el tratamiento del agua residual realizado semanalmente por la empresa se requieren 0,6 L de peróxido de hidrogeno en solución al 60%, considerando el precio por litro de peróxido de hidrogeno se realiza la siguiente operación:

$$\text{Costo } H_2O_2 (60\%) = 0,6 \text{ L sln } H_2O_2 (60\%) * \frac{3.920 \text{ COP}}{1 \text{ L sln } H_2O_2 (60\%)} = 2.352 \text{ COP}$$

- Ultrafloc 110: para la preparación de la solución de Ultrafloc al 1% para el tratamiento de 447500 mL de agua residual se requieren 0,16 L de coagulante, con base en esto y conociendo el precio por litro de coagulante tenemos que:

$$\text{Costo Ultrafloc 110} = 0,16 \text{ L Ultrafloc 110} * \frac{133.935 \text{ COP}}{20 \text{ L Ultrafloc 110}} = 1.071,50 \text{ COP}$$

- Poliacrilamida aniónica: para llevar a cabo el proceso de floculación en 447500 mL de agua residual se requieren 0,0013 Kg de poliacrilamida aniónica en una solución al 0,1%, partiendo de esto y conociendo el precio por kilogramo del floculante se tiene lo siguiente:

$$\text{Costo Floculante} = 0,0013 \text{ Kg Floculante} * \frac{28.560 \text{ COP}}{1 \text{ Kg de Floculante}} = 37,13 \text{ COP}$$

En la tabla 15 se muestra en resumen los costos referidos a los insumos necesarios para llevar a cabo el proceso.

Tabla 15. Costo de los insumos

Proceso	Insumo	Cantidad requerida anualmente	Costo anual (COP)
Oxidación	Peróxido de hidrogeno al 60%	30 L	117.600
Coagulación	Ultrafloc 110	8 L	53.575
Floculación	Poliacrilamida aniónica	0,065 kg	1.856,5
TOTAL			173.032

Fuente: elaboración propia

6.2.2 Costos de energía. En el presente proyecto estos costos vienen dados por el consumo generado por la agitación en los tanques de homogenización – oxidación y clarificación y se toma como base de cálculo la factura del mes de mayo del año 2019 en la cual se observa que el costo de energía es de 491,0298 COP por cada kilowatt por hora.

- Agitación: los agitadores del tanque de homogenización – oxidación y tanque clarificador requieren de una potencia de 458,47 W cada uno y tienen un tiempo de trabajo de agitación total de 0,37 h; con base en esto se calcula el costo por energía de la siguiente manera:

$$0,4585 \text{ kW} * 0,37 \text{ h} * \frac{491,0298 \text{ COP}}{\text{kW h}} = 83,30 \text{ COP}$$

6.2.3 Costo mano de obra. Los costos de mano de obra en los que incurre el proyecto refieren a la persona encargada de realizar el seguimiento al sistema de tratamiento propuesto; debido a que se manejan volúmenes de agua de pequeñas proporciones el tratamiento se realizará una vez a la semana. Teniendo en cuenta lo anterior y con base en el salario mínimo legal vigente para el año 2019 se tiene que el costo por mano de obra semanalmente será lo equivalente a un día laboral, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Costo de mano de obra

ITEM	VALOR ANUAL
Salario mínimo diario vigente	\$1.380.200
Auxilio de transporte	\$186.301
Vacaciones	\$4.980
Cesantías	\$110.416
Intereses de las cesantías	\$13.250
Prima de servicios	\$110.416
Salud	\$117.317,00
Pensión	\$165.624,00
ARL Riesgo IV	\$62.109
Caja de compensación	\$55.208
TOTAL	\$2.205.821

Fuente: elaboración propia

En la tabla 17 se puede encontrar una recopilación de los costos anuales de operación

Tabla 17. Costo total de operación

ITEM	VALOR (COP)
INSUMOS	173.072
ENERGIA	4.165
MANO DE OBRA	2.205.821
TOTAL	2.383.058

Fuente: elaboración propia

6.3 COSTOS TOTALES

Los costos totales para la implementación del proyecto se refieren a la suma de los costos de inversión y de operación, para el sistema de tratamiento propuesto a lo

largo del trabajo de grado se generan unos costos de **16.477.185 COP**, este valor se refleja solo en el primer año en el cual se realiza la inversión pues los años siguientes solo se tienen en cuenta los costos generados en operación y mantenimiento.

Nota: Debido a la generación de residuo líquido en la fabricación de pesticidas en la empresa y tomando en cuenta la sugerencia de realizar una disposición final de este tipo de residuos de una manera diferente y no incluirlos en el sistema de tratamiento propuesto se tienen costos adicionales generados por el tratamiento de aguas residuales realizado por terceros (Ver anexo K), estos costos no se tienen en cuenta en este capítulo debido a que la producción de pesticidas no se realiza periódicamente.

6.4 COSTO DEL TRATAMIENTO ACTUAL DE AGUAS RESIDUALES

Actualmente la empresa Producción y Gestión S.A.S realiza la disposición de los residuos líquidos por medio de una empresa alterna avalada por la Secretaria de Ambiente en la prestación de este tipo de servicios.

Teniendo en cuenta que en promedio se generan mensualmente (1,51 m³) de agua residual industrial y que el costo del servicio de disposición de residuos es de 120 COP por kg de residuo líquido se tiene un costo mensual de 181.200 COP más los gastos de transporte equivalentes a 600.000 COP para un costo total mensual de 781.200 COP ≈ 9'374.400 COP anual.

Para concluir con este capítulo se puede observar que luego de recuperar la inversión, los costos anuales para el sistema de tratamiento propuesto son los referidos a la operación de este, siendo apenas un 25,42 % del costo generado actualmente por la disposición de residuos líquidos por parte de la empresa SEPSPEC S.A.S ahorrando 6'991.427 COP anuales. Teniendo en cuenta esta información se determina que la implementación del sistema de tratamiento es económicamente viable basados en la reducción de costos anuales y la recuperación de la inversión inicial, además de esto la multa diaria por el incumplimiento de la normativa vigente para los vertimientos es de hasta 5.000 salarios mínimos legales vigentes lo que representa un alto costo comparado con la implementación del sistema.⁸³

⁸³CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Permiso de vertimientos. [sitio web]. Bogotá: CAR. [Consultado: 3 junio 2019]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/vercontenido/1168>

7. CONCLUSIONES

- Con base en la caracterización fisicoquímica del agua residual industrial se concluye que los vertimientos no cumplen los valores máximos permisibles estipulados en la resolución 631 de 2015. Los parámetros en los que se refleja el incumplimiento fueron: DQO (2682,2 mg/L O₂), DBO (1555,7 mg/L O₂), Grasas y aceites (49,2 mg/L) y Sustancias activas al azul de metileno – SAAM (374 mg/L).
- A partir de los planes de producción y el balance hídrico realizado se determinó que el enfoque del proyecto debe ir a la remoción de contaminantes habituales en la industria de jabones, detergentes y productos de uso cosmético puesto que la fabricación de este tipo de productos representa el 76% del total de la producción.
- Se pudo concluir que la alternativa B presenta mayor valor en los rubros calificados mediante la matriz de selección; así mismo a nivel experimental se observó que la eficiencia en cuanto a la remoción de contaminantes en el sistema se encuentra para los parámetros evaluados (DQO, DBO, Gasas y aceites y SAAM) por encima de un 85%.
- Teniendo en cuenta el dimensionamiento de los equipos se puede concluir que el área ocupada por estos (1,66 m²) presenta un valor óptimo al tener una disponibilidad de área en planta de 13,94 m²; en cuanto a la dosificación requerida para la operación del sistema se evidencia bajas cantidades de insumos.
- Se puede concluir que el desarrollo de este proyecto representa beneficios económicos a la empresa Producción y Gestión S.A.S teniendo en cuenta que luego de recuperada la inversión, los gastos anuales disminuyen aproximadamente un 74,6%.

8. RECOMENDACIONES

1. Disminución de tensoactivos

Debido al alto consumo de tensoactivos en el lavado de equipos, se pueden generar diversos escenarios en los efluentes hídricos, que pueden llegar a ser perjudiciales. Con base a esto se realizan las siguientes recomendaciones:

- **Cambiar tipo de jabón para limpieza de los equipos**

Al cambiar el tipo de jabón por uno con menor cantidad de tensoactivos para el lavado de equipos y tanques usados en el proceso de fabricación, se espera una disminución significativa de este parámetro al evaluar el efluente al final del proceso. Adicional a esto al reemplazar el jabón para lavado por uno de mejor calidad, los tensoactivos se pueden degradar con mayor facilidad durante el tratamiento del efluente.

- **Método de mejora**

Al implementar el proceso de aireación con oxígeno de forma paralela a la homogeneización y oxidación es posible disminuir la cantidad de tensoactivos en el efluente, en este proceso las partículas grandes del jabón que no se rompen fácilmente pueden ser solubilizadas en el agua y obtener disminución de este parámetro en la clarificación.

2. Agua residual generada en los procesos de fabricación de pesticidas

- **Disposición del efluente como residuo peligroso**

Los efluentes generados en la elaboración de pesticidas dan como resultado aguas altamente contaminadas, que deben ser tratadas para cumplir normas de vertimiento. Se recomienda disponer los residuos con la empresa SEPSPEC la cual presta servicios de tratamiento y disposición de residuos líquidos

- **Tratamiento para agua con residuos de pesticidas**

Se recomienda implementar un proceso de ozonización el cual permite eliminar contaminantes originales e intermedios, que afectan la calidad del agua. Este proceso garantiza que el agua pueda ser vertida cumpliendo con la normatividad⁸⁴

⁸⁴ RODRIGUEZ, Antonio y FERNANDEZ, Alba. Tratamiento de aguas contaminadas con pesticidas y otros contaminantes orgánicos de origen agrícola mediante ozonización. España. Universidad de Alcalá. Disponible en: <https://www.uah.es/es/>

BIBLIOGRAFÍA

AGUASISTEC. Planta de Tratamiento de Agua. [sitio web]. Lima. [Consulta: 15 marzo 2019]. Disponible en: <http://www.aguasistec.com>

AGUILAR, M.I. Tratamiento fisicoquímico de aguas residuales. coagulación-floculación. España. Editum ediciones de la Universidad de Murcia. 145 p. ISBN 978-8483713082.

BARBA, Luz Edith. Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. Santiago de Cali. Universidad del Valle, 2002. 17 p.

BAUTISTA CARMONA, Patricia. Tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética mediante el proceso Fenton y con el sistema Fe/γ-Al₂O₃/H₂O₂. Tesis doctoral. Madrid – España. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. 2008. 21 - 45 p.

BEDMAR, Francisco. Informe especial sobre plaguicidas agrícolas. Mar de la Plata-Argentina. Universidad Nacional del Mar de la Plata. 2011. 12 p. Vol. 21. Nro. 122.

BOSS TECH. Tratamiento de agua oxidación química. Procesos de oxidación avanzada. [sitio web]. Lima: Boss Tech. 2018 junio 29. [Consultado: 15 febrero 2019]. Disponible en: <https://bosstech.pe/blog/tratamiento-de-agua-oxidacion-quimica/>

CALVO FLOREZ, F. G. Contaminación del agua. 2018. 7-11 p.

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Futuro prometedor para la industria cosmética en Colombia. [sitio web]. Bogotá: Portafolio. 2018. [Consulta: 22 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Cosmeticos/Noticias/2018/Julio-2018/Futuro-prometedor-para-la-industria-cosmetica-en-Colombia>

CÁRDENAS CASTAÑEDA, Diana Constanza. Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales para su reúso en el proceso productivo de una industria de jabones. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. Bogotá- Colombia. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. 2008. 3 - 120 p.

CENTRO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL AGUA DE SEVILLA (CENTA). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. [En línea]. Alianza por el agua. Sevilla- España. ARPIrelieve. 2008. [Citado el: 29 de noviembre de 2018].

Disponible en: <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>. ISBN: 8497171721

COGOLLO FLÓREZ, Juan Miguel. CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS: CASO DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO. *Revista Universidad Nacional de Colombia*. 2011. Vol. 78, nro 165, pp 18-27. ISSN 0012-7353

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 3570, Artículo 1 y Artículo 2. (27, septiembre, 2011). Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No. 0631 del 17 de marzo 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. 19 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Permiso de vertimientos. [sitio web]. Bogotá: CAR. [Consultado: 3 junio 2019]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/vercontenido/1168>

CUBILLOS, David y MONCADA, Juan. Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de remoción foto catalítico de tensoactivos aniónicos. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. Bogotá- Colombia. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. 2006. 3 p.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. Encuesta Industrial Ambiental. [sitio web]. Bogotá: DANE. 21016. [Consulta: 27 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co>.

DIAS DE MELO, Elisa. Toxicity identification evaluation of cosmetics industry wastewater. [En línea]. 2012. p.1.

DÍAZ CLAROS, José Nahum. Coagulantes-floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas. Tesis de maestría. Tegucigalpa- Mexico. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencias Naturales. 2014. 24 p.

FERNÁNDEZ, Daniel. Intoxicación Por Organofosforados. Med [En línea]. 2010.[Consultado 13 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v18n1/v18n1a09.pdf>

FORIGUA MEDINA, Margarita María. Desarrollo De Una Propuesta De Mejoramiento Para El Tratamiento De Aguas Residuales De La Planta De Nitrato De Amonio En Fertilizantes Colombianos Ferticol S.A. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Bogotá- Colombia. Fundación universidad de América. Facultad de ingenierías. 2016. 61 p.

FRIHA, Inés. Treatment of cosmetic industry wastewater by submerged membrane bioreactor with consideration of microbial community dynamics. [En línea]. 2013. p.1.

GIL GARZÓN, Miriam Janet. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. [En línea]. 2012 julio-diciembre. vol7 nro. [Consultado 13 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>

GIL SUAREZ, Jenny Andrea. Propuesta para el sistema de tratamiento de aguas residuales en la E.S.E HOSPITAL DEPARTAMENTAL UNIVERSITARIO DEL QUINDÍO SAN JUAN DE DIOS. Trabajo para optar por el título de Ingeniero Químico. Bogotá- Colombia. Fundación universidad América. Facultad de Ingeniería. 2018. 64 - 73 p.

GONZÁLEZ MARTÍNEZ, Olivia. Eliminación de Triazinas y Organoclorados por combinación de BRM y postratamientos. Tesis para máster universitario en Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua. Alicante- España. Universidad de Alicante. 2016. 23 p.

HERNANDEZ ARIZALA, Diana and LEAL, Paula. Ingeniería básica de un sistema para el tratamiento de aguas residuales en Cárnicos Rico Jamón; Fundación Universidad de América, 2009.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC- 1486-6166. Bogotá D.C.: El instituto, 2018. 153. p

JURAČKA, Peter Jan. Gestión ambiental municipal. Tratamiento de Depuración de Aguas II: Tratamientos Convencionales. [sitio web]. España. 2011. [Consulta: 2 diciembre 2018]. Disponible en: <http://tecnicoambientalenreciclaje.blogspot.com/2011/11/tratamiento-de-depuracion-de-aguas-ii.html>.

LEE, C. C. and LIN, Shun. Dar. Handbook of environmental ingenieering calculation. Mc Grawhill, 2007. 23- 34 p.

LOZANO RIVAS. William Antonio y LOZANO BRAVO, Guillermo. Potabilización del agua. Principios de diseño, control de procesos y laboratorio. 1ª ed. Bogotá. Universidad Piloto de Colombia. 2015. ISBN 978-958-8537-91-7

MARADONA, Enrique y VALDEZ, Cesaro. Handbook of Wastewater Treatment. Biological Methods, Technology, and Environmental Impact. New York: Nova Science Publishers, 2012. 253 p. ISBN 9781622575916.

MEJIA ZAPATA, Camilo. Estudio sobre la Bioeconomía. Análisis de sector cosmético y aseo. Medellín- Colombia. Corporación Biointropic. 2018. 9 p. Informe DNP: 202. Anexo 4.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Gestión para el manejo, tratamiento, y disposición final de las aguas residuales municipales. Bogotá D.C- Colombia. El Ministerio. 2002. 39 p. ISBN 9589487467

MORGAN SAGASTUME, Juan Manuel. Matriz de decisión para la selección de tecnología relacionada con el tratamiento de aguas residuales. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/peru/mextar058.pdf>. p.1.

OIDOR PULIDO. Diana Marcela. Desarrollo De Una Propuesta Para Un Sistema De Tratamiento De Agua Residual De La Empresa Biobrill S.A.S. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Bogotá- Colombia. Fundación universidad de América. Facultad de ingenierías. 2018.19 - 41 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. [sitio web]. UNESCO. [Consulta: 12 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-36-industrial-wastewater/>

PAVÓN SILVA, Thelma. Physicochemical and biological combined treatment applied to a food industry wastewater for reuse. [En línea].2009, enero, vol. 44, no. 1. [Consultado 20 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19085601>. 108-115 p.

QUINSA INTEGRADA S.A. Ficha técnica sulfato de aluminio sólido. [sitio web]. Neiva: Quinsa integrada S.A. [Consulta: 9 mayo 2019]. Disponible en: <http://quinsa.co>

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS - 2000. Tratamiento de aguas residuales; (Nov, 2000).

RODRIGUEZ, Antonio y FERNANDEZ, Alba. Tratamiento de aguas contaminadas con pesticidas y otros contaminantes orgánicos de origen agrícola mediante ozonización. España. Universidad de Alcalá. Disponible en: <https://www.uah.es/es/>

RODRIGUÉZ, J.J. Cosmetic wastewater treatment by upflow anaerobic sludge blanket reactor. [En línea]. 2010 octubre 30. [Consultado 24 junio 2018]. Disponible en: www.elsevier.com/locate/jhazmat.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. ACUAPURIFICACIÓN. Diseño de sistemas de purificación de agua. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. p.52-56

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios del diseño. 3ª ed. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. 129 - 1100 p. ISBN 9588060133 9789588060132.

URIBE VÉLEZ, Álvaro and RODRÍGUEZ GONZÁLEZ RUBIO, Cecilia. DECRETO NÚMERO 3100 DE 2003. Colombia: 2003. 2

ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN INICIAL

F-EC-006 REVISION 01 FECHA DE ACTUALIZACION 02-NOV-2017	INFORME DE ANALISIS					
INFORME DE ANALISIS No. A-19-18277-0						
INFORMACION DEL CLIENTE CLIENTE: ANDRES FELIPE QUINTERO CUBILLOS NIT/CC: 1072709939-8 DIRECCION: Carrera 10 # 16 A 79 TELEFONO: 3208701468 MAIL: andresfelipe@gmail.com CIUDAD: CONTACTO: SR. ANDRES QUINTERO CARGO: ESTUDIANTE ING QUIMICA	INFORMACION DE TOMA DE ITEM DE ENSAYO LUGAR DE TOMA DE ITEM: TANQUE RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM: ANDRES FELIPE QUINTERO CUBILLOS FECHA DE TOMA DE ITEM: 2019-03-27 HORA: N.E. FECHA DE RECEPCION: 2019-03-27 HORA: 09:45:00 FECHA DE ANALISIS: 2019-03-27 FECHA DE INFORME: 2019-04-23 METODO DE TOMA DE MUESTRA: G-CM-010					
IDENTIFICACION DEL ITEM DE ENSAYO						
ITEM DE ENSAYO NO. 19-18277	IDENTIFICACION AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	FABRICANTE Y/O PROVEEDOR N.E.				
PRESENTACION DURANTE LA RECEPCION	CANT. ENTREG. (UN)	FECHA DE PROD	FECHA VENC	LOTE	T. MUESTREO	T. RECEPCION
3 FRASCOS AMBAR X 1000mL - 2 FRASCOS PLASTICOS	1	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	4.0°C
OBSERVACIONES						
TABLA DE RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO UTILIZADO	RESULTADOS	UNIDADES	ESPECIFICACION	CUMPLIMIENTO	
Fenoles	SM 5530 C	<0,100	mgFenol/L/L	*	NO APLICA	
Sólidos Suspendidos Totales	Standard Method 2540 D, Total Suspended Solid Dried at 103-105°C, Ed. 22:2012. Validado.	33	mg/L	*	NO APLICA	
Grasas y Aceites.	Extracción Líquido-Líquido, Partición - Gravimétrico, SM 5520 B.	49,2	mg/L	*	NO APLICA	
DBO5	SM 5210 B, 5-Day BOD Test y SM 4500-O G	1555,7	mgO2/L	*	NO APLICA	
DQO	SM 5220 C, Closed Reflux, Titrimetric Method,	2682,20	mgO2/L	*	NO APLICA	
SAAM, Tensoactivos	SM 5540 C, Anionic Surfactants as MBAS, Ed. 22:2012	374	mg/L	*	NO APLICA	

Observaciones

- Los resultados son validos unicamente para el item analizado.
- Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integramente y con autorizacion escrita de BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S
- * Parametro no requerido en especificacion
- ** Parametro no solicitado por el cliente

Autorizan:


OLGA LUCIA ÁVILA GUZMÁN
 JEFE DE LABORATORIO DE FISIQUÍMICA


FERNANDO MURCIA
 Director Técnico
FIN DEL INFORME

BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S.	
REVISO: DIRECTOR TECNICO	APROBO: GERENTE

Informe de analisis No. A-1918277-0 Pagina 2 de 2

Bogota - Av Boyaca No 64F-68. Tels: (571) 4758383 - 7022799 - 2527231 - 2516237. Web. www.biotrendslab.com

ANEXO B. HOJA DE SEGURIDAD PERÓXIDO DE HIDROGENO.



SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

1.2 Usos pertinentes identificados y usos desaconsejados

Recomendaciones de Uso: Según la hoja técnica del producto.

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

GTM México	Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuauhtepac, Tultitlán, Estado de México CP 54948.
GTM Guatemala S. A.	Km 26.4 carretera al Pacífico, Amatitlán, Guatemala
GTM El Salvador S. A.	Km 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador
Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras)	Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras.
GTM Nicaragua S. A.	Cuesta del plomo, 800mts, Managua
GTM Costa Rica	Del servicentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica
GTM Panamá	Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá.
GTM Colombia S. A.	Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia.
GTM Perú S. A.	Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú
GTM Ecuador	Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207
GTM Argentina Comercio de Productos Químicos S.A.	Encarnación Ezcurra 365 – Piso 4 – Oficina C
GTM do Brasil	Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

1.4 Teléfono de emergencias

México :	+52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala:	+502 6628 5858
El Salvador:	+503 2251 7700
Honduras:	+504 2564 5454
Nicaragua:	+505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
Costa Rica:	+506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá:	+507 512 6182 – Emergencias 911
Colombia:	+018000 916012 – Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú:	+511 614 65 00
Ecuador:	+593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina:	+54 11 4611 2007 – 0800 222 2933
Brasil:	+55 21 3591 1868

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Líquidos comburentes (Categoría 2)
 Toxicidad aguda, oral (Categoría 4)
 Toxicidad aguda, inhalación (Categoría 4)
 Corrosión cutánea (Categoría 1A) – Lesiones oculares graves (Categoría 1)
 Toxicidad sistémica específica de órganos diana - exposición única (Categoría 3)
 Peligro para el medio ambiente acuático – peligro agudo (Categoría 2)

2.2 Elementos de la etiqueta

Pictograma:



Palabra de advertencia: PELIGRO

Indicaciones de peligro:

H272 - Puede agravar un incendio; comburente.
 H302 - Nocivo en caso de ingestión.
 H314 - Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares graves.
 H332 - Nocivo si se inhala.
 H335 - Puede irritar las vías respiratorias.
 H401 - Tóxico para los organismos acuáticos.

Consejos de prudencia:

P210 - Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar.
 P260 - No respirar humos, gases, nieblas, vapores o aerosoles.
 P273 - No dispersar en el medio ambiente.
 P280 - Usar guantes, ropa y equipo de protección para los ojos y la cara.
 P301 + P330 + P331 - EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.
 P303 + P361 + P353 - EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse.
 P304 + P340 - EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.
 P305 + P351 + P338 - EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
 P310 - Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.
 P370 + P378 - En caso de incendio: Utilizar niebla de agua, espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono (CO₂) para la extinción.
 P501 - Eliminar el contenido/ recipiente conforme a la reglamentación nacional/ internacional.

2.3 Otros peligros

Ninguno.

SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES**3.1 Sustancia**

No aplica.

3.2 Mezcla

COMPONENTES EN LA MEZCLA	No. CAS	% PESO	CLASIFICACIÓN
Peróxido de hidrógeno	7722-84-1	50 - 60	Ox. Liq. 1; Acute Tox. 4; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; STOT-SE 3R; Aquatic Acute 2; Aquatic Chronic 2
Agua	7732-18-5	40 - 50	Not classified

SECCIÓN 4 - PRIMEROS AUXILIOS**4.1 Descripción de los primeros auxilios**

Medidas generales:	Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la ficha de seguridad.
Inhalación:	Traslade a la víctima y procúrele aire limpio. Manténgala en calma. Si no respira, suminístrele respiración artificial. Llame al médico.
Contacto con la piel:	Lávese inmediatamente después del contacto con abundante agua, durante al menos 15 minutos. No neutralizar ni agregar sustancias distintas del agua. Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reusar.
Contacto con los ojos:	Enjuague inmediatamente los ojos con agua durante al menos 15 minutos, y mantenga abiertos los párpados para garantizar que se aclara todo el ojo y los tejidos del párpado. Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia. Si tiene lentes de contacto, quíteselas después de los primeros 5 minutos y luego continúe enjuagándose los ojos. Consultar al médico. Puede ocasionar serios daños a la córnea, conjuntivas u otras partes del ojo.
Ingestión:	NO INDUZCA EL VÓMITO. Enjuague la boca con agua. Nunca suministre nada oralmente a una persona inconsciente. Llame al médico. Si el vómito ocurre espontáneamente, coloque a la víctima de costado para reducir el riesgo de aspiración.

4.2 Principales síntomas y efectos, tanto agudos como retardados

Inhalación: Nocivo si se inhala. La inhalación de aerosoles puede causar irritación a las membranas mucosas, tos, broncoespasmo reflejo, disnea y edema pulmonar. Puede ocurrir edema de glotis y daño pulmonar.

Contacto con la piel: Provoca irritación severa, dermatitis, quemaduras.

Contacto con los ojos: Causa irritación, conjuntivitis, lacrimación, quemaduras, lesiones oculares irreversibles.

Ingestión: Nocivo por ingestión. La exposición grande puede ser fatal. Provoca quemaduras.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

Nota al médico: Tratamiento sintomático. Para más información, consulte a un Centro de Intoxicaciones.

SECCIÓN 5 - MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**5.1 Medios de extinción**

Usar polvo químico seco, espuma, arena o CO₂. Inundar con agua.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o mezcla

El recipiente sometido al calor puede explotar inesperadamente y proyectar fragmentos peligrosos. Puede reaccionar explosivamente con hidrocarburos (combustibles), y encender otros materiales combustibles (madera, papel, aceite, ropa, etc.).

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**5.3.1 Instrucciones para extinción de incendio:**

Inunde el área de incendio con agua a distancia. Mueva los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo. Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido. Para incendio masivo, utilizar los soportes fijos para mangueras o los chiflones reguladores; si esto es imposible, retirarse del área y dejar que arda.

5.3.2 Protección durante la extinción de incendios:

Utilice equipo autónomo de respiración. La ropa de protección estructural de bomberos provee protección limitada en situaciones de incendio ÚNICAMENTE; puede no ser efectiva en situaciones de derrames.

En derrames importantes use ropa protectora contra los productos químicos, la cual esté específicamente recomendada por el fabricante. Esta puede proporcionar poca o ninguna protección térmica.

5.3.3 Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio:

En caso de incendio puede desprender humos y gases irritantes y/o tóxicos, como monóxido de carbono y otras sustancias derivadas de la combustión incompleta.

SECCIÓN 6 - MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL**6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia****6.1.1 Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia**

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada.

6.1.2 Para el personal de emergencias

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada. Usar equipo de respiración autónoma y de protección dérmica y ocular. Usar guantes protectores impermeables. Ventilar inmediatamente, especialmente en zonas bajas donde puedan acumularse los vapores. No permitir la reutilización del producto derramado.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Contener el producto con un dique o barrera. Prevenir la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas no controladas.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger el producto utilizando arena, vermiculita, tierra o material absorbente inerte y limpiar o lavar completamente la zona contaminada.

Neutralización: hidróxido de calcio o bicarbonato de sodio. Neutralizar cuidadosamente, y con supervisión de un especialista. Disponer el agua y el residuo recogido en envases señalizados para su eliminación como residuo químico.

SECCIÓN 7 – MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Prohibido comer, beber o fumar durante su manipulación. Evitar contacto con ojos, piel y ropa. Lavarse los brazos, manos, y uñas después de manejar este producto. Facilitar el acceso a duchas de seguridad y lavaojos de emergencias. Evitar la inhalación del producto. Use los EPP. Mantenga el recipiente cerrado. Use con ventilación adecuada. Manejar los envases con cuidado. Utilizar equipamiento y ropa que evite la acumulación de cargas electrostáticas. Controlar y evitar la formación de atmósferas explosivas.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Condiciones de almacenamiento: Almacenar en un área limpia, seca y bien ventilada. Proteger del sol. Revisar periódicamente los envases para advertir pérdidas y roturas. Evitar el contacto del producto con materiales inflamables o combustibles.

Materiales de envasado: el suministrado por el fabricante.

Productos incompatibles: Sustancias inflamables o combustibles y materiales orgánicos. Descompone por reacción con soluciones alcalinas. Reacciona con cobre, aluminio, zinc y sus aleaciones.

SECCIÓN 8 – CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**8.1 Parámetros de control**

CMP (Res. MTESS 295/03):	1 ppm; Peróxido de hidrógeno
CMP-CPT (Res. MTESS 295/03):	N/D
CMP-C (Res. MTESS 295/03):	N/D
TLV-TWA (ACGIH):	1 ppm; Peróxido de hidrógeno
TLV-STEL (ACGIH):	N/D
PEL (OSHA 29 CFR 1910.1000):	1 ppm; Peróxido de hidrógeno
IDLH (NIOSH):	75 ppm; Peróxido de hidrógeno
REL-TWA:	1 ppm; Peróxido de hidrógeno
PNEC (agua):	N/D
PNEC (mar):	N/D
PNEC-STP:	N/D

8.2 Controles de exposición**8.2.1 Controles técnicos apropiados**

Mantener ventilado el lugar de trabajo. La ventilación normal para operaciones habituales de manufacturas es generalmente adecuada. Campanas locales deben ser usadas durante operaciones que produzcan o liberen grandes cantidades de producto. En áreas bajas o confinadas debe proveerse ventilación mecánica. Disponer de duchas y estaciones lavaojos.

8.2.2 Equipos de protección personal

Protección de los ojos y la cara:	Se deben usar gafas de seguridad, a prueba de salpicaduras de productos químicos (que cumplan con la EN 166).
Protección de la piel:	Al manipular este producto se deben usar guantes protectores impermeables de PVC, nitrilo o butilo (que cumplan con las normas IRAM 3607-3608-3609 y EN 374), ropa de trabajo y zapatos de seguridad resistentes a productos químicos.
Protección respiratoria:	En los casos necesarios, utilizar protección respiratoria para vapores orgánicos (A). Debe prestarse especial atención a los niveles de oxígeno presentes en el aire. Si ocurren grandes liberaciones, utilizar equipo de respiración autónomo (SCBA).

SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

Estado físico:	Líquido.
Color:	Incoloro.
Olor:	pungente.
Umbral olfativo:	N/D
pH:	< 2
Punto de fusión / de congelación:	-56°C (-69°F)
Punto / intervalo de ebullición:	120°C (248°F)
Tasa de evaporación:	1
Inflamabilidad:	El producto no es inflamable ni combustible.
Punto de inflamación:	N/A
Límites de inflamabilidad:	N/A

Presión de vapor (20°C):	1,3 kPa
Densidad de vapor (aire=1):	1 (peróxido de hidrógeno al 50%)
Densidad (20°C):	1,195 g/cm ³
Solubilidad (20°C):	Completamente miscible en agua
Coef. de reparto (logK _{ow}):	N/A
Temperatura de autoignición:	N/A
Temperatura de descomposición:	60°C (140°F) - Temperatura de descomposición auto-acelerada (SADT) con liberación de oxígeno.
Viscosidad cinemática (20°C):	1,07 cP (peróxido de hidrógeno al 27,5%) 1,17 cP (peróxido de hidrógeno al 50%)
Tensión superficial (20°C):	74 mN/m (peróxido de hidrógeno al 27,5%) 75,6 mN/m (peróxido de hidrógeno al 50%)
Constante de Henry (20°C):	N/D
Log Koc:	N/D
Propiedades explosivas:	No explosivo. De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: en la molécula no hay grupos químicos asociados a propiedades explosivas.
Propiedades comburentes:	Comburente: la sustancia puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles.

9.2 Información adicional

Otras propiedades: Ninguna.

SECCIÓN 10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**10.1 Reactividad**

No se espera que se produzcan reacciones o descomposiciones del producto en condiciones normales de almacenamiento. No contiene peróxidos orgánicos. Puede ser corrosivo para los metales. No reacciona con el agua.

10.2 Estabilidad química

El producto no es químicamente estable, requiere estabilizantes.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

No se espera polimerización peligrosa.

10.4 Condiciones que deben evitarse

Evitar altas temperaturas, descargas estáticas, calor, presión, choques o vibraciones. Fuentes de ignición. Evitar el contacto del producto con materiales inflamables o combustibles.

10.5 Materiales incompatibles

Sustancias inflamables o combustibles y materiales orgánicos. Descompone por reacción con soluciones alcalinas. Reacciona con cobre, aluminio, zinc y sus aleaciones.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

En caso de calentamiento puede desprender vapores irritantes y tóxicos. En caso de incendio, ver la Sección 5.

SECCIÓN 11 – INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda:	DL50 oral (rata, OECD 401): 1518 mg/kg DL50 der (conejo, OECD 402): N/D CL50 inh. (rata, 4hs., OECD 403): 20 mg/l
Irritación o corrosión cutáneas:	Irritación dérmica (conejo, OECD 404): corrosivo
Lesiones o irritación ocular graves:	Irritación ocular (conejo, OECD 405): corrosivo
Sensibilización respiratoria o cutánea:	Sensibilidad cutánea (cobayo, OECD 406): no sensibilizante Sensibilidad respiratoria (cobayo, OECD 429): no sensibilizante

Mutagenicidad, Carcinogenicidad y toxicidad para la reproducción:

No se dispone de información sobre ningún componente de este producto, que presente niveles mayores o iguales que 0,1%, como carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la IARC (Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos).

Efectos agudos y retardados:

Vías de exposición: Inhalatoria, contacto dérmico y ocular.

Inhalación: Nocivo si se inhala. La inhalación de aerosoles puede causar irritación a las membranas mucosas, tos, broncoespasmo reflejo, disnea y edema pulmonar. Puede ocurrir edema de glotis y daño pulmonar.

Contacto con la piel: Provoca irritación severa, dermatitis, quemaduras.

Contacto con los ojos: Causa irritación, conjuntivitis, lacrimación, quemaduras, lesiones oculares irreversibles.

Ingestión: Nocivo por ingestión. La exposición grande puede ser fatal. Provoca quemaduras.

SECCIÓN 12 – INFORMACIÓN ECOLÓGICA**12.1 Toxicidad**

CL50 (O. mykiss, OECD 203, 96 h): 16,4 mg/l
CE50 (D. magna, OECD 202, 48 h): 2,4 mg/l
CE50 (P. subcapitata, OECD 201, 72 h): 2,5 mg/l
CE50 (T. pyriformis, OECD 209, 48 h): N/D
CSEO (D. rerio, OECD 204, 14 d): N/D
CSEO (D. magna, OECD 211, 14 d): N/D

12.2 Persistencia y degradabilidad

BIODEGRADABILIDAD (estimado): el producto es fácilmente biodegradable.

12.3 Potencial de bioacumulación

Log K_{ow} : N/A
BIOACUMULACIÓN EN PECES – BCF (OCDE 305): N/D
La bioacumulación es improbable.

12.4 Movilidad en el suelo

Log K_{oc} : N/D
CONSTANTE DE HENRY (20°C): N/D
Puede ser lixiviado del suelo.

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

Esta sustancia/mezcla no cumple los criterios PBT del anexo XIII del reglamento REACH.
Esta sustancia/mezcla no cumple los criterios mPmB del anexo XIII del reglamento REACH.



12.6 Otros efectos adversos

AOX y contenido de metales: No contiene halógenos orgánicos ni metales.



SECCIÓN 13 – CONSIDERACIONES PARA DESECHO

Tanto el sobrante de producto como los envases vacíos deberán eliminarse según la legislación vigente en materia de Protección del Medio ambiente y en particular de Residuos Peligrosos (Ley Nacional N° 24.051 y sus reglamentaciones). Deberá clasificar el residuo y disponer del mismo mediante una empresa autorizada. Procedimiento de disposición: tratamiento de aguas residuales.



SECCIÓN 14 – INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE**14.1 TRANSPORTE TERRESTRE**

Nombre Apropriado para el Transporte:	SOLUCIONES ACUOSAS DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO		
N° UN/ID:	2014		
Clase de Peligro:	5.1 (8)		
Grupo de Embalaje:	II		
Código de Riesgo:	58		
Cantidad limitada y exceptuada:	ADR: 1L / E2		R.195/97: 100 Kg

14.2 TRANSPORTE AÉREO (ICAO/IATA)

Nombre Apropriado para Embarque:	SOLUCIONES ACUOSAS DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO		
N° UN/ID:	2014		
Clase de Peligro:	5.1 (8)		
Grupo de Embalaje:	II		
Instrucciones para aviones de pasajeros y carga:	PROH		
Instrucciones para aviones de carga:	PROH		
CRE:	5C		
Disposiciones especiales:	A2 - A75		

14.3 TRANSPORTE MARÍTIMO (IMO)**Transporte en embalajes de acuerdo al Código IMDG**

Nombre Apropriado para el Transporte:	SOLUCIONES ACUOSAS DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO		
UN/ID N°:	2014		
Clase de Peligro:	5.1 (8)		
Grupo de Embalaje:	II		
EMS:	F-H; S-Q		
Estiba y Segregación:	Categoría D		
Contaminante Marino:	NO		
Nombre para la documentación de transporte:	UN2014; HYDROGEN PEROXIDE, AQUEOUS SOLUTION; Class 5.1(8); PG II		

SECCIÓN 15 – INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓN

Sustancia no peligrosa para la capa de ozono (1005/2009/CE).
Contenidos orgánicos volátiles de los compuestos (COV) (2004/42/CE): N/D

SECCIÓN 16 – OTRAS INFORMACIONES

16.1 Abreviaturas y acrónimos

N/A: no aplicable.	REL: Límite de Exposición Recomendada.
N/D: sin información disponible.	PEL: Límite de Exposición Permitido.
CAS: Servicio de Resúmenes Químicos	INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer	ETA: estimación de la toxicidad aguda.
ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.	DL ₅₀ : Dosis Letal Media.
TLV: Valor Límite Umbral	CL ₅₀ : Concentración Letal Media.
TWA: Media Ponderada en el tiempo	CE ₅₀ : Concentración Efectiva Media.
STEL: Límite de Exposición de Corta Duración	CI ₅₀ : Concentración Inhibitoria Media.
]: Cambios respecto a la revisión anterior.

16.2 Principales referencias bibliográficas y fuentes de datos

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa nacional expresada:
 México: NOM-018-ST5-2000, NMX-R-019-SCFI-2011 y ACUERDO-NOM-018-DOF-060913.
 Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441
 Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04
 Costa Rica: Decreto N° 28113-S
 Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001
 Colombia: NTC 445, 22 de Julio de 1998
 Ecuador: NTE INEN 2 266:200
 Reglamento (CE) 1272/2008 sobre Clasificación, etiquetado y envasado de las sustancias químicas y sus mezclas, y sus modificatorias.
 Reglamento (CE) 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), y sus modificatorias.
 Dir. 91/689/CEE de residuos peligrosos y Dir. 91/156/CEE de gestión de residuos.
 Acuerdo europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por carretera (ADR 2015).
 Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID 2015).
 Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG 34 ed.), IMO, Resolución MSC 90/28/Add.2.
 Código IBC/MARPOL, IMO, Resolución MEPC 64/23/Add.1.
 Regulaciones de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA 56 ed., 2015) relativas al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.
 Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, quinta edición revisada, 2015 (SGA 2015).
 International Agency for Research on Cancer (IARC), clasificación de carcinógenos. Revisión: 23/03/2015.

16.3 Clasificación y procedimiento utilizado para determinar la clasificación de la mezcla

Procedimientos de acuerdo al SGA/GHS Rev. 5.
 La clasificación se ha efectuado en base a análogos químicos y a información del producto.
 SECCIÓN 2: clasificación por analogía con otros productos, y en base a datos del producto.
 SECCIÓN 9: datos del producto.
 Inflamabilidad: conforme a datos de ensayos.
 SECCIÓN 11 y 12: analogía con otros productos.
 Toxicidad aguda: método de cálculo de estimación de toxicidad aguda.

Clasificación NFPA 704 Clasificación HMIS®



SALUD	3
INFLAMABILIDAD	0
PELIGROS FÍSICOS	1
PROTECCIÓN PERSONAL	B



16.4 Exención de responsabilidad

La información indicada en esta Hoja de Seguridad fue recopilada e integrada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores de materia prima. La información relacionada con este producto puede variar, si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular en procesos específicos. La información conte-

nida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este producto específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico capacitado. Esta hoja de seguridad no pretende ser completa o exhaustiva, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales no contempladas en este documento.

16.5 Control de cambios

mayo de 2017 Se crea la FDS según el Sistema Globalmente Armonizado.

ANEXO C. HOJA DE SEGURIDAD SULFATO DE ALUMINIO



SULFATO DE ALUMINIO
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
Revisión: Agosto de 2016 – Versión: 6

SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: SULFATO DE ALUMINIO

1.2 Usos pertinentes identificados y usos desaconsejados

Recomendaciones de Uso: Materia prima de uso industrial.

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

GTM México	Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuauhtepac, Tultitlán, Estado de México CP 54948.
Transmerquim de Guatemala S. A.	Km 26.4 carretera al Pacifico, Amatitlán, Guatemala
GTM El Salvador S. A.	Km 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador
Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras)	Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras.
Transmerquim de Nicaragua S. A.	Cuesta del plomo, 800mts, Managua
GTM Costa Rica	Del servicentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica
GTM Panamá	Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá.
GTM Colombia S. A.	Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia.
Transmerquim del Perú S. A.	Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú
GTM Ecuador	Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207
GTM Argentina	Encarnación Ezcurra 365 – Piso 4 – Oficina C
	Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina
GTM do Brasil	Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040
	Rio de Janeiro, RJ, Brasil

1.4 Teléfono de emergencias

México :	+52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala:	+502 6628 5858
El Salvador:	+503 2251 7700
Honduras:	+504 2564 5454
Nicaragua:	+505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
Costa Rica:	+506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá:	+507 512 6182 – Emergencias 911
Colombia:	+018000 916012 – Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú:	+511 614 65 00
Ecuador:	+593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina:	+54 11 4611 2007 – 0800 222 2933
Brasil:	+55 21 3591 1868

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Lesiones oculares graves (Categoría 1)

Peligro para el medio ambiente acuático – peligro agudo (Categoría 1)

Peligro para el medio ambiente acuático – peligro a largo plazo (Categoría 2)

2.2 Elementos de la etiqueta

Pictograma:



Palabra de advertencia: PELIGRO

Indicaciones de peligro:

H318 - Provoca lesiones oculares graves.

H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos.

H411 - Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia:

P273 - No dispersar en el medio ambiente.

P280 - Usar guantes, ropa y equipo de protección para los ojos y la cara.

P305 + P351 + P338 - EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

P391 - Recoger los vertidos.

P501 - Eliminar el contenido/ recipiente conforme a la reglamentación nacional/ internacional.

2.3 Otros peligros

El material no es corrosivo cuando está seco; es moderadamente corrosivo cuando se disuelve en agua.

SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES**3.1 Sustancia**

Sulfato de aluminio hexadecahidrato (CAS 16828-11-8): 85 - 90% - Eye Damage 1; Aquatic Acute 1; Aquatic Chronic 2

3.2 Mezcla

No aplica.

SECCIÓN 4 - PRIMEROS AUXILIOS**4.1 Descripción de los primeros auxilios**

Medidas generales:	Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la ficha de seguridad.
Inhalación:	Traslade a la víctima y procurele aire limpio. Manténgala en calma. Si no respira, suminístrele respiración artificial. Si presenta dificultad respiratoria, suminístrele oxígeno. Llame al médico.
Contacto con la piel:	Lávese inmediatamente después del contacto con abundante agua, durante al menos 20 minutos. Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reusar.
Contacto con los ojos:	Enjuague inmediatamente los ojos con agua durante al menos 20 minutos, y mantenga abiertos los párpados para garantizar que se aclara todo el ojo y los tejidos del párpado. Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia. Si tiene lentes de contacto, quíteselas después de los primeros 5 minutos y luego continúe enjuagándose los ojos. Consultar al médico.
Ingestión:	NO INDUZCA EL VÓMITO. Enjuague la boca, y dé de beber agua. Nunca suministre nada oralmente a una persona inconsciente. Llame al médico. Si el vómito ocurre espontáneamente, coloque a la víctima de costado para reducir el riesgo de aspiración.

4.2 Principales síntomas y efectos, tanto agudos como retardados

Inhalación: puede causar irritación de las vías respiratorias, náuseas y dolor de cabeza.
Contacto con la piel: el contacto frecuente o prolongado puede producir irritación en la piel.
Contacto con los ojos: Irritante para los ojos.
Ingestión: Puede provocar irritación.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

Nota al médico: Tratamiento sintomático. Para más información, consulte a un Centro de Intoxicaciones.

SECCIÓN 5 - MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**5.1 Medios de extinción**

Usar polvo químico seco, espuma, arena o CO₂. Utilizar el producto acorde a los materiales de los alrededores. NO USAR chorros de agua directos.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o mezcla

El producto y sus embalajes que arden en espacios cerrados por períodos largos puede producir cantidades de monóxido de carbono que llegan al límite inferior de explosividad (monóxido de carbono LEL = 12,5% en el aire).

Bajo ciertas condiciones, cualquier polvo en el aire puede ser un riesgo de explosión.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**5.3.1 Instrucciones para extinción de incendio:**

Rocíe con agua los embalajes para evitar la ignición si fueron expuestos a calor excesivo o al fuego. Retire los embalajes si aun no fueron alcanzados por las llamas, y puede hacerlo sin riesgo.

Enfríe los embalajes con agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido, removiendo los restos hasta eliminar los rescoldos.

Prevenga que el agua utilizada para el control de incendios o la dilución ingrese a cursos de agua, drenajes o manantiales.

5.3.2 Protección durante la extinción de incendios:

Utilice equipo autónomo de respiración. La ropa de protección estructural de bomberos provee protección limitada en situaciones de incendio ÚNICAMENTE; puede no ser efectiva en situaciones de derrames.

5.3.3 Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio:

En caso de incendio puede desprender humos y gases irritantes y/o tóxicos, como óxidos de azufre y otras sustancias derivadas de la combustión incompleta.

SECCIÓN 6 - MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL**6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia****6.1.1 Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia**

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada.

6.1.2 Para el personal de emergencias

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada. Usar equipo de respiración autónoma y de protección dérmica y ocular. Usar guantes protectores impermeables. Ventilar inmediatamente, especialmente en zonas bajas donde puedan acumularse los vapores. No permitir la reutilización del producto derramado.

Tener en cuenta la información y recomendaciones de las secciones 5 y 7. Utilizar el equipo de protección recomendado en el punto 8.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Se debe rociar cal sobre los residuos que queden después de recoger el material derramado, para evitar acidificación del suelo cuando haya corrientes de agua. Contenga el sólido y cúbralo para evitar su dispersión al ambiente. Prevenga que el producto llegue a cursos de agua.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger el producto con pala y colocarlo en un recipiente apropiado. Barrer o aspirar evitando la dispersión del polvo. Puede ser necesario humedecerlo ligeramente. Limpiar o lavar completamente la zona contaminada. Disponer el agua y el residuo recogido en envases señalizados para su eliminación como residuo químico.

SECCIÓN 7 – MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Prohibido comer, beber o fumar durante su manipulación. Evitar contacto con ojos, piel y ropa. Lavarse los brazos, manos, y uñas después de manejar este producto. El uso de guantes es recomendado. Facilitar el acceso a duchas de seguridad y lavaojos de emergencias.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Condiciones de almacenamiento:	Almacenar en un área limpia, seca y bien ventilada. Proteger del sol. Mantener los recipientes cerrados.
Materiales de envasado:	el suministrado por el fabricante. Evitar utilizar acero al carbón.
Productos incompatibles:	Agentes oxidantes fuertes, ácidos y bases.

SECCIÓN 8 – CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**8.1 Parámetros de control**

CMP (Res. MTESS 295/03):	N/D
CMP-CPT (Res. MTESS 295/03):	N/D
CMP-C (Res. MTESS 295/03):	N/D
TLV-TWA (ACGIH):	N/D
TLV-STEL (ACGIH):	N/D
PEL (OSHA 29 CFR 1910.1000):	N/D
IDLH (NIOSH):	N/D
PNEC (agua):	N/D
PNEC (mar):	N/D
PNEC-STP:	N/D

8.2 Controles de exposición**8.2.1 Controles técnicos apropiados**

Mantener ventilado el lugar de trabajo. La ventilación normal para operaciones habituales de manufacturas es generalmente adecuada. Campanas locales deben ser usadas durante operaciones que produzcan o liberen grandes cantidades de producto. En áreas bajas o confinadas debe proveerse ventilación mecánica. Disponer de duchas y estaciones lavaojos.

8.2.2 Equipos de protección personal

Protección de los ojos y la cara:	Se deben usar gafas de seguridad, a prueba de salpicaduras de productos químicos (que cumplan con la EN 166).
Protección de la piel:	Al manipular este producto se deben usar guantes protectores impermeables de PVC, nitrilo o butilo (que cumplan con las normas IRAM 3607-3608-3609 y EN 374), ropa de trabajo y zapatos de seguridad resistentes a productos químicos.

Protección respiratoria: En los casos necesarios, utilizar protección respiratoria para polvo (P2). Debe prestarse especial atención a los niveles de oxígeno presentes en el aire. Si ocurren grandes liberaciones, utilizar equipo de respiración autónomo (SCBA).

SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico:	Sólido granular o polvo.
Color:	Blanco.
Olor:	débil.
Umbral olfativo:	N/D
pH:	3,5 ± 0,5
Punto de fusión / de congelación:	N/D
Punto / intervalo de ebullición:	115°C ± 5°C (239°F)
Tasa de evaporación:	N/D
Inflamabilidad:	El producto no es inflamable ni combustible.
Punto de inflamación:	N/D
Límites de inflamabilidad:	N/D
Presión de vapor (20°C):	N/D
Densidad de vapor (aire=1):	N/D
Densidad (25°C):	0,8 - 1,2 g/cm ³
Solubilidad (20°C):	45% en agua
Coef. de reparto (logK _{ow}):	N/D
Temperatura de autoignición:	N/D
Temperatura de descomposición:	650°C (1202°F), descompone antes de alcanzar el Punto de Ebullición.
Viscosidad cinemática (cSt a 20°C):	N/D
Constante de Henry (20°C):	N/D
Log Koc:	N/D
Propiedades explosivas:	No explosivo. De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: en la molécula no hay grupos químicos asociados a propiedades explosivas.
Propiedades comburentes:	De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: la sustancia, por su estructura química, no puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles.

9.2 Información adicional

Otras propiedades:	Contenido de Aluminio: 9,0% Contenido de Hierro: 0,40% Contenido de Sulfatos: 47,1%
--------------------	---

SECCIÓN 10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**10.1 Reactividad**

No se espera que se produzcan reacciones o descomposiciones del producto en condiciones normales de almacenamiento.

10.2 Estabilidad química

El producto es químicamente estable y no requiere estabilizantes.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

No se espera polimerización peligrosa. No contiene peróxidos orgánicos.

10.4 Condiciones que deben evitarse

Evitar altas temperaturas. Proteger de la humedad.

10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes, ácidos y bases.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

En caso de calentamiento puede desprender vapores irritantes y tóxicos. En caso de incendio, ver la Sección 5.

SECCIÓN 11 – INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**

Toxicidad aguda:	DL50 oral (rata, OECD): > 9000 mg/kg ATE-LD50 der (conejo, calc.): > 2000 mg/kg ATE-LC50 inh. (rata, 4hs., calc.): > 5 mg/l
Irritación o corrosión cutáneas:	Irritación dérmica (conejo, calc.): no irritante
Lesiones o irritación ocular graves:	Irritación ocular (conejo, calc.): corrosivo
Sensibilización respiratoria o cutánea:	Sensibilidad cutánea (cobayo, calc.): no sensibilizante Sensibilidad respiratoria (cobayo, calc.): no sensibilizante

Mutagenicidad, Carcinogenicidad y toxicidad para la reproducción:

No se dispone de información sobre ningún componente de este producto, que presente niveles mayores o iguales que 0,1%, como carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la IARC (Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos).

Efectos agudos y retardados:

Vías de exposición: Inhalatoria, contacto dérmico y ocular.
Inhalación: puede causar irritación de las vías respiratorias, náuseas y dolor de cabeza.
Contacto con la piel: el contacto frecuente o prolongado puede producir irritación en la piel.
Contacto con los ojos: Irritante para los ojos.
Ingestión: Puede provocar irritación.

SECCIÓN 12 – INFORMACIÓN ECOLÓGICA**12.1 Toxicidad**

LC50 (pez mosquito, OECD, 96 h): 235 mg/l
EC50 (D. magna, OECD, 48 h): 7,72 mg/l
EC50 (P. subcapitata, OECD, 48 h): 25 mg/l
EC50 (T. pyriformis, OECD, 48 h): 0,5 mg/l
EC50 (D. rerio, OECD, 14 d): 5,2 mg/l
EC50 (D. magna, OECD, 14 d): 0,55 mg/l

12.2 Persistencia y degradabilidad

BIODEGRADABILIDAD (estimado): El producto es inorgánico.

12.3 Potencial de bioacumulación

Log K_{ow} : N/D

BIOACUMULACIÓN EN PECES – BCF (OCDE 305): N/D

12.4 Movilidad en el suelo

Log K_{oc} : N/D

CONSTANTE DE HENRY (20°C): N/D

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

El criterio de PBT y mPmB de REACH no aplica a sustancias inorgánicas.

12.6 Otros efectos adversos

AOX y contenido de metales: No contiene halógenos orgánicos, pero contiene aluminio.

SECCIÓN 13 – CONSIDERACIONES PARA DESECHO

Tanto el sobrante de producto como los envases vacíos deberán eliminarse según la legislación vigente en materia de Protección del Medio ambiente y en particular de Residuos Peligrosos (Ley Nacional N° 24.051 y sus reglamentaciones). Deberá clasificar el residuo y disponer del mismo mediante una empresa autorizada. Procedimiento de disposición: tratamiento de aguas residuales, o disposición en relleno sanitario.

SECCIÓN 14 – INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE**14.1 TRANSPORTE TERRESTRE**

Nombre Apropriado para el Transporte:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
N° UN/ID:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Clase de Peligro:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Grupo de Embalaje:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Código de Riesgo:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Cantidad limitada y exceptuada:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE

14.2 TRANSPORTE AÉREO (ICAO/IATA)

Nombre Apropriado para Embarque:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
N° UN/ID:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Clase de Peligro:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Grupo de Embalaje:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Instrucciones para aviones de pasajeros y carga:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Instrucciones para aviones de carga:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
CRE:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE

14.3 TRANSPORTE MARÍTIMO (IMO)**Transporte en embalajes de acuerdo al Código IMDG**

Nombre Apropriado para el Transporte:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
UN/ID N°:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Clase de Peligro:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Grupo de Embalaje:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE

EMS:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Estiba y Segregación:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Contaminante Marino:	NO
Nombre para la documentación de transporte:	NOT CLASSIFIED AS A DANGEROUS GOODS

SECCIÓN 15 – INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓN

Sustancia no peligrosa para la capa de ozono (1005/2009/CE).
Contenidos orgánicos volátiles de los compuestos (COV) (2004/42/CE): N/D

SECCIÓN 16 – OTRAS INFORMACIONES

16.1 Abreviaturas y acrónimos

N/A: no aplicable.	REL: Límite de Exposición Recomendada.
N/D: sin información disponible.	PEL: Límite de Exposición Permitido.
CAS: Servicio de Resúmenes Químicos	INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer	ETA: estimación de la toxicidad aguda.
ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.	DL ₅₀ : Dosis Letal Media.
TLV: Valor Límite Umbral	CL ₅₀ : Concentración Letal Media.
TWA: Media Ponderada en el tiempo	CE ₅₀ : Concentración Efectiva Media.
STEL: Límite de Exposición de Corta Duración	CI ₅₀ : Concentración Inhibitoria Media.
] : Cambios respecto a la revisión anterior.

16.2 Principales referencias bibliográficas y fuentes de datos

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa nacional expresada:

México: NOM-018-ST5-2000, NMX-R-019-SCFI-2011 y ACUERDO-NOM-018-DOF-060913.
Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441
Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04
Costa Rica: Decreto N° 28113-S
Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001
Colombia: NTC 445, 22 de Julio de 1998
Ecuador: NTE INEN 2 266:200

Reglamento (CE) 1272/2008 sobre Clasificación, etiquetado y envasado de las sustancias químicas y sus mezclas, y sus modificatorias.
Reglamento (CE) 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), y sus modificatorias.
Dir. 91/689/CEE de residuos peligrosos y Dir. 91/156/CEE de gestión de residuos.
Acuerdo europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por carretera (ADR 2015).
Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID 2015).
Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG 34 ed.), IMO, Resolución MSC 90/28/Add.2.
Código IBC/MARPOL, IMO, Resolución MEPC 64/23/Add.1.
Regulaciones de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA 56 ed., 2015) relativas al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.
Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, quinta edición revisada, 2015 (SGA 2015).
International Agency for Research on Cancer (IARC), clasificación de carcinógenos. Revisión: 23/03/2015.

16.3 Clasificación y procedimiento utilizado para determinar la clasificación de la mezcla

Procedimientos de acuerdo al SGA/GHS Rev. 5.
La clasificación se ha efectuado en base a análogos químicos y a información del producto.
SECCIÓN 2: clasificación por analogía con otros productos, y en base a datos del producto.
SECCIÓN 9: datos del producto.
Inflamabilidad: conforme a datos de ensayos.
SECCIÓN 11 y 12: analogía con otros productos.
Toxicidad aguda: método de cálculo de estimación de toxicidad aguda.

Clasificación NFPA 704



Clasificación HMIS®

SALUD	1
INFLAMABILIDAD	0
PELIGROS FÍSICOS	0
PROTECCIÓN PERSONAL	E

**16.4 Exención de responsabilidad**

La información indicada en esta Hoja de Seguridad fue recopilada e integrada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores de materia prima. La información relacionada con este producto puede variar, si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular en procesos específicos. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este producto específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico capacitado. Esta hoja de seguridad no pretende ser completa o exhaustiva, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales no contempladas en este documento.

16.5 Control de cambios

Agosto de 2016 Se crea la FDS según el Sistema Globalmente Armonizado.

ANEXO D. HOJA DE SEGURIDAD HIPOCLORITO DE SODIO



SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: HIPOCLORITO DE SODIO

1.2 Usos pertinentes identificados y usos desaconsejados

Recomendaciones de Uso: Según la hoja técnica del producto.

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

GTM México	Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuauhtepac, Tultitlán, Estado de México CP 54948.
GTM Guatemala S. A.	Km 26.4 carretera al Pacífico, Amatitlán, Guatemala
GTM El Salvador S. A.	Km 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador
Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras)	Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras.
GTM Nicaragua S. A.	Cuesta del plomo, 800mts, Managua
GTM Costa Rica	Del servicentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica
GTM Panamá	Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá.
GTM Colombia S. A.	Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia.
GTM Perú S. A.	Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú
GTM Ecuador	Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207
GTM Argentina Comercio de Productos Químicos S.A.	Encarnación Ezcurra 365 – Piso 4 – Oficina C
GTM do Brasil	Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

1.4 Teléfono de emergencias

México :	+52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala:	+502 6628 5858
El Salvador:	+503 2251 7700
Honduras:	+504 2564 5454
Nicaragua:	+505 2269 0361 – Toxicología MINSa: +505 22897395
Costa Rica:	+506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá:	+507 512 6182 – Emergencias 911
Colombia:	+0180000 916012 – Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú:	+511 614 65 00
Ecuador:	+593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina:	+54 11 4611 2007 – 0800 222 2933
Brasil:	+55 21 3591 1868

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Corrosión cutánea (Categoría 1B) – Lesiones oculares graves (Categoría 1)
 Peligro para el medio ambiente acuático – peligro agudo (Categoría 1)
 Peligro para el medio ambiente acuático – peligro a largo plazo (Categoría 1)

2.2 Elementos de la etiqueta

Pictograma:

GHS05C - GHS09

Palabra de advertencia: PELIGRO**Indicaciones de peligro:**

H314 - Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares graves.

H400 + H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia:

P260 - No respirar polvos, humos, gases, nieblas, vapores o aerosoles.

P264 - Lavarse cuidadosamente después de la manipulación.

P280 - Usar guantes, ropa y equipo de protección para los ojos y la cara.

P301 + P330 + P331 - EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.

P303 + P361 + P353 - EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse.

P304 + P340 - EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.

P305 + P351 + P338 - EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

P363 - Lavar la ropa contaminada antes de volverla a usar.

P273 - No dispersar en el medio ambiente.

P501 - Eliminar el contenido/ recipiente conforme a la reglamentación nacional/ internacional.

2.3 Otros peligros

Ninguno.

SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES**3.1 Sustancia**

No aplica.

3.2 Mezcla

COMPONENTES EN LA MEZCLA	No. CAS	% PESO	CLASIFICACIÓN
Hipoclorito de sodio	7681-52-9	12,4 - 12,8	Met. Corr. 1; Skin Corr. 1B; Eye Damage 1; STOT Single Exp. 3; Aquatic Acute 1; Aquatic Chronic 1
Hidróxido de sodio	1310-73-2	0,3 - 0,7	Met. Corr. 1; Acute Tox. 4; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; Eye Damage 1; Aquatic Acute 3

SECCIÓN 4 - PRIMEROS AUXILIOS**4.1 Descripción de los primeros auxilios**

Medidas generales: Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la ficha de seguridad.

Inhalación: Traslade a la víctima y procúrele aire limpio. Manténgala en calma. Si no respira, suminístrele respiración artificial. Llame al médico.

Contacto con la piel:	Lávese inmediatamente después del contacto con abundante agua, durante al menos 15 minutos. No neutralizar ni agregar sustancias distintas del agua. Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reusar.
Contacto con los ojos:	Enjuague inmediatamente los ojos con agua durante al menos 15 minutos, y mantenga abiertos los párpados para garantizar que se aclara todo el ojo y los tejidos del párpado. Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia. Si tiene lentes de contacto, quíteselas después de los primeros 5 minutos y luego continúe enjuagándose los ojos. Consultar al médico. Puede ocasionar serios daños a la córnea, conjuntivas u otras partes del ojo.
Ingestión:	NO INDUZCA EL VÓMITO. Enjuague la boca con agua. Nunca suministre nada oralmente a una persona inconsciente. Llame al médico. Si el vómito ocurre espontáneamente, coloque a la víctima de costado para reducir el riesgo de aspiración.

4.2 Principales síntomas y efectos, tanto agudos como retardados

Inhalación: la inhalación de los vapores es irritante.

Contacto con la piel: puede causar quemaduras químicas.

Contacto con los ojos: puede causar lesiones graves, quemaduras.

Ingestión: puede causar daños en el tracto gastrointestinal y quemaduras en la boca y mucosas.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

Nota al médico: Tratamiento sintomático. Para más información, consulte a un Centro de Intoxicaciones.

SECCIÓN 5 - MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

5.1 Medios de extinción

Usar polvo químico seco, espuma resistente al alcohol, arena o CO₂. Algunas espumas pueden reaccionar con el producto. NO USAR chorros de agua directos.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o mezcla

No combustible. El líquido no encenderá fácilmente, pero puede descomponerse y generar vapores corrosivos y/o tóxicos.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

5.3.1 Instrucciones para extinción de incendio:

Rocíe con agua los embalajes para evitar la ignición si fueron expuestos a calor excesivo o al fuego. Retire los embalajes si aun no fueron alcanzados por las llamas, y puede hacerlo sin riesgo.

Rocíe con agua los recipientes para mantenerlos fríos. Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido. Combata el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos para mangueras o reguladores.

Prevenga que el agua utilizada para el control de incendios o la dilución ingrese a cursos de agua, drenajes o manantiales.

5.3.2 Protección durante la extinción de incendios:

En derrames importantes use ropa protectora contra los productos químicos, la cual esté específicamente recomendada por el fabricante. Esta puede proporcionar poca o ninguna protección térmica.

5.3.3 Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio:

En caso de incendio puede desprender humos y gases irritantes y/o tóxicos, como monóxido de carbono, óxidos de cloro y otras sustancias derivadas de la combustión incompleta.

SECCIÓN 6 - MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL**6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia****6.1.1 Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia**

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada.

6.1.2 Para el personal de emergencias

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada. Usar equipo de respiración autónoma y de protección dérmica y ocular. Usar guantes protectores impermeables. Ventilar inmediatamente, especialmente en zonas bajas donde puedan acumularse los vapores. No permitir la reutilización del producto derramado.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Neutralización: No neutralizar con ácidos, ya que libera gas cloro sumamente tóxico. Puede usarse para neutralizar una solución de tiosulfato de sodio. Contener el líquido con un dique o barrera. Prevenir la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas no controladas.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger el producto utilizando arena, vermiculita, tierra o material absorbente inerte y limpiar o lavar completamente la zona contaminada. Disponer el agua y el residuo recogido en envases señalizados para su eliminación como residuo químico.

SECCIÓN 7 – MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Prohibido comer, beber o fumar durante su manipulación. Evitar contacto con ojos, piel y ropa. Lavarse los brazos, manos, y uñas después de manejar este producto. Facilitar el acceso a duchas de seguridad y lavaojos de emergencias. Evitar la inhalación del producto. Use los EPP. Mantenga el recipiente cerrado. Use con ventilación adecuada. Manejar los envases con cuidado.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Condiciones de almacenamiento:	Almacenar en un área limpia, seca y bien ventilada. Proteger del sol. Revisar periódicamente los envases para advertir pérdidas y roturas. Almacenar a temperaturas entre 15 y 25°C, en locales con piso impermeable y resistente a la corrosión. Mantener alejado de sustancias ácidas.
Materiales de envasado:	El suministrado por el fabricante. Embalajes metálicos con vulcanizado o engomado, polietileno o poliéster. Inadecuados: No almacenar en acero, acero inoxidable, cobre y sus aleaciones, aluminio o metales no protegidos.
Productos incompatibles:	Reacciona violentamente con agentes oxidantes, ácidos, amoníaco y aminas.

SECCIÓN 8 – CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**8.1 Parámetros de control**

CMP (Res. MTESS 295/03):	0,5 ppm, como cloro gaseoso
CMP-CPT (Res. MTESS 295/03):	1 ppm, como cloro gaseoso
CMP-C (Res. MTESS 295/03):	2 mg/m ³ , hidróxido de sodio
TLV-TWA (ACGIH):	0,5 ppm, como cloro gaseoso 2 mg/m ³ , hidróxido de sodio
TLV-STEL (ACGIH):	N/D
PEL (OSHA 29 CFR 1910.1000):	1 ppm, como cloro gaseoso 2 mg/m ³ , hidróxido de sodio

IDLH (NIOSH):	N/D
REL-C:	2 mg/m ³ , hidróxido de sodio
PNEC (agua):	N/D
PNEC (mar):	N/D
PNEC-STP:	N/D

8.2 Controles de exposición

8.2.1 Controles técnicos apropiados

Mantener ventilado el lugar de trabajo. La ventilación normal para operaciones habituales de manufacturas es generalmente adecuada. Campanas locales deben ser usadas durante operaciones que produzcan o liberen grandes cantidades de producto. En áreas bajas o confinadas debe proveerse ventilación mecánica. Disponer de duchas y estaciones lavaojos.

8.2.2 Equipos de protección personal

Protección de los ojos y la cara:	Se deben usar gafas de seguridad, a prueba de salpicaduras de productos químicos (que cumplan con la EN 166).
Protección de la piel:	Al manipular este producto se deben usar guantes protectores impermeables de neopreno, látex o nitrilo (que cumplan con las normas IRAM 3607-3608-3609 y EN 374), ropa de trabajo y zapatos de seguridad resistentes a productos químicos.
Protección respiratoria:	En los casos necesarios, utilizar protección respiratoria para vapores clorados. Debe prestarse especial atención a los niveles de oxígeno presentes en el aire. Si ocurren grandes liberaciones, utilizar equipo de respiración autónomo (SCBA).

SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico:	Líquido claro.
Color:	verde amarillento.
Olor:	a cloro.
Umbral olfativo:	N/D
pH:	12,5 - 13,5
Punto de fusión / de congelación:	N/D
Punto / intervalo de ebullición:	N/D
Tasa de evaporación:	N/D
Inflamabilidad:	El producto no es inflamable ni combustible.
Punto de inflamación:	N/D
Límites de inflamabilidad:	N/D
Presión de vapor (20°C):	N/D
Densidad de vapor (aire=1):	N/D
Densidad (20°C):	1,17 g/cm ³
Solubilidad (20°C):	Soluble en agua.
Coef. de reparto (logK _{ow}):	N/D
Temperatura de autoignición:	N/D

Temperatura de descomposición:	N/D
Viscosidad cinemática (cSt a 20°C):	N/D
Constante de Henry (20°C):	N/D
Log Koc:	N/D
Propiedades explosivas:	No explosivo. De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: en la molécula no hay grupos químicos asociados a propiedades explosivas.
Propiedades comburentes:	De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: la sustancia, por su estructura química, no puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles.

9.2 Información adicional

Otras propiedades:	N/D
--------------------	-----

SECCIÓN 10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**10.1 Reactividad**

No se espera que se produzcan reacciones o descomposiciones del producto en condiciones normales de almacenamiento. No contiene peróxidos orgánicos. No reacciona con el agua.

10.2 Estabilidad química

El producto es químicamente estable y no requiere estabilizantes.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

No se espera polimerización peligrosa.

10.4 Condiciones que deben evitarse

Evitar altas temperaturas, luz solar directa y la contaminación con metales o materia orgánica.

10.5 Materiales incompatibles

Reacciona violentamente con agentes oxidantes, ácidos, amoníaco y aminas.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

En caso de calentamiento puede desprender vapores irritantes y tóxicos. En caso de incendio, ver la Sección 5.

SECCIÓN 11 – INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**

Toxicidad aguda:	ETA-DL50 oral (rata, calc.): > 5000 mg/kg ETA-DL50 der (conejo, calc.): > 5000 mg/kg ETA-CL50 inh. (rata, 4hs., calc.): > 5 mg/l
Irritación o corrosión cutáneas:	Irritación dérmica (conejo, estim.): corrosivo
Lesiones o irritación ocular graves:	Irritación ocular (conejo, estim.): corrosivo
Sensibilización respiratoria o cutánea:	Sensibilidad cutánea (cobayo, estim.): no sensibilizante Sensibilidad respiratoria (cobayo, estim.): no sensibilizante

Mutagenicidad, Carcinogenicidad y toxicidad para la reproducción:

No se dispone de información sobre ningún componente de este producto, que presente niveles mayores o iguales que 0,1%, como carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la IARC (Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos).

Efectos agudos y retardados:

Vías de exposición: Inhalatoria, contacto dérmico y ocular, e ingestión.

Inhalación: la inhalación de los vapores es irritante.

Contacto con la piel: puede causar quemaduras químicas.

Contacto con los ojos: puede causar lesiones graves, quemaduras.

Ingestión: puede causar daños en el tracto gastrointestinal y quemaduras en la boca y mucosas.

SECCIÓN 12 – INFORMACIÓN ECOLÓGICA**12.1 Toxicidad**

ETA-CE50 (O. mykiss, calc., 48 h): 0,2 mg/l
 ETA-CE50 (D. magna, calc., 48 h): 1,1 mg/l
 ETA-CE50 (P. subcapitata, calc., 48 h): 0,2 mg/l
 ETA-CE50 (T. pyriformis, calc., 48 h): 23,3 mg/l
 ETA-CSEO (D. rerio, calc., 14 d): > 1 mg/l
 ETA-CSEO (D. magna, calc., 14 d): 0,05 mg/l

12.2 Persistencia y degradabilidad

BIODEGRADABILIDAD (estimado): El producto es inorgánico.

12.3 Potencial de bioacumulación

Log K_{ow}: N/D

BIOACUMULACIÓN EN PECES – BCF (OCDE 305): N/D

12.4 Movilidad en el suelo

LogK_{oc}: N/D

CONSTANTE DE HENRY (20°C): N/D

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

El criterio de PBT y mPmB de REACH no aplica a sustancias inorgánicas.


12.6 Otros efectos adversos

AOX y contenido de metales: No contiene halógenos orgánicos ni metales.

SECCIÓN 13 – CONSIDERACIONES PARA DESECHO

Tanto el sobrante de producto como los envases vacíos deberán eliminarse según la legislación vigente en materia de Protección del Medio ambiente y en particular de Residuos Peligrosos (Ley Nacional N° 24.051 y sus reglamentaciones). Deberá clasificar el residuo y disponer del mismo mediante una empresa autorizada. Procedimiento de eliminación: tratamiento de aguas residuales.

SECCIÓN 14 – INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE**14.1 TRANSPORTE TERRESTRE**

Nombre Apropiado para el Transporte:	SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO	
N° UN/ID:	1791	
Clase de Peligro:	8	
Grupo de Embalaje:	II	
Código de Riesgo:	85	
Cantidad limitada y exceptuada:	ADR: 1L / E2	

14.2 TRANSPORTE AÉREO (ICAO/IATA)

Nombre Apropiado para Embarque:	SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO
N° UN/ID:	1791
Clase de Peligro:	8
Grupo de Embalaje:	II
Instrucciones para aviones de pasajeros y carga:	Y840, 0,5L / 851,1L
Instrucciones para aviones de carga:	855, 30L
CRE:	8L

**14.3 TRANSPORTE MARÍTIMO (IMO)****Transporte en embalajes de acuerdo al Código IMDG**

Nombre Apropiado para el Transporte:	SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO
UN/ID N°:	1791
Clase de Peligro:	8
Grupo de Embalaje:	II
EMS:	F-A; S-B
Estiba y Segregación:	Categoría B
Contaminante Marino:	SI
Nombre para la documentación de transporte:	UN1791; HYPOCHLORITE SOLUTION; Class 8; PG II; MARINE POLLUTANT

**SECCIÓN 15 – INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓN**

Sustancia no peligrosa para la capa de ozono (1005/2009/CE).

Contenidos orgánicos volátiles de los compuestos (COV) (2004/42/CE): N/D

SECCIÓN 16 – OTRAS INFORMACIONES**16.1 Abreviaturas y acrónimos**

N/A: no aplicable.	REL: Límite de Exposición Recomendada.
N/D: sin información disponible.	PEL: Límite de Exposición Permitido.
CAS: Servicio de Resúmenes Químicos	INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer	ETA: estimación de la toxicidad aguda.
ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.	DL ₅₀ : Dosis Letal Media.
TLV: Valor Límite Umbral	CL ₅₀ : Concentración Letal Media.
TWA: Media Ponderada en el tiempo	CE ₅₀ : Concentración Efectiva Media.
STEL: Límite de Exposición de Corta Duración	CI ₅₀ : Concentración Inhibitoria Media.
]: Cambios respecto a la revisión anterior.

16.2 Principales referencias bibliográficas y fuentes de datos

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa nacional expresada:

México: NOM-018-STPS-2000.
 Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441
 Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04
 Costa Rica: Decreto N° 28113-S
 Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001
 Colombia: NTC 445, 22 de Julio de 1998
 Ecuador: NTE INEN 2 266:200

Reglamento (CE) 1272/2008 sobre Clasificación, etiquetado y envasado de las sustancias químicas y sus mezclas, y sus modificatorias.

Reglamento (CE) 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), y sus modificatorias.

Dir. 91/689/CEE de residuos peligrosos y Dir. 91/156/CEE de gestión de residuos.

Acuerdo europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por carretera (ADR 2015).

Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID 2015).

Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG 34 ed.), IMO, Resolución MSC 90/28/Add.2.

Código IBC/MARPOL, IMO, Resolución MEPC 64/23/Add.1.

Regulaciones de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA 56 ed., 2015) relativas al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.

Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, quinta edición revisada, 2015 (SGA 2015).

International Agency for Research on Cancer (IARC), clasificación de carcinógenos. Revisión: 23/03/2015.

16.3 Clasificación y procedimiento utilizado para determinar la clasificación de la mezcla

Procedimientos de acuerdo al SGA/GHS Rev. 5.

Clasificación NFPA 704



Clasificación HMIS®

SALUD	3
INFLAMABILIDAD	0
PELIGROS FÍSICOS	1
PROTECCIÓN PERSONAL	B



16.4 Exención de responsabilidad

La información indicada en esta Hoja de Seguridad fue recopilada e integrada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores de materia prima. La información relacionada con este producto puede variar, si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular en procesos específicos. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este producto específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico capacitado. Esta hoja de seguridad no pretende ser completa o exhaustiva, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales no contempladas en este documento.

16.5 Control de cambios

febrero de 2017 Se crea la FDS según el Sistema Globalmente Armonizado.

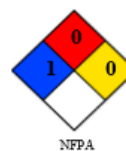
ANEXO E. HOJA DE SEGURIDAD DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: **POLICLORURO DE ALUMINIO LIQUIDO**

Fecha de Revisión: Febrero 2016. Revisión N°2



SECCION 1: IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

PRODUCTO

Nombre Químico: Policloruro de Aluminio (PAC)

Número CAS: 1327-41-9

Sinónimos: Polihidroxiclорuro de Aluminio, Clorhidrato de Aluminio, Cloruro Básico de Aluminio, Hidroxiclорuro de Aluminio. etc.

COMPAÑÍA: GTM

Teléfonos de Emergencia

México : +52 55 5831 7905– SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala: +502 6628 5858
El Salvador: +503 2251 7700
Honduras: +504 2564 5454
Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSa: +505 22897395
Costa Rica: +506 2537 0010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá: +507 512 6182 – Emergencias 9-1-1
Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú: +511 614 65 00
Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina +54 115 031 1774
Brasil: +55 21 3591-1868

SECCION 2: COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

Óxido de Aluminio: 17 +/- 1% peso

Familia: Sales Inorgánicas

Número CAS: 1327-41-9

SECCION 3: IDENTIFICACION DE PELIGROS

Clasificación ONU: Clase 8 Corrosivo

Clasificación NFPA: Salud: 1 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 0

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Inhalación:	Produce dolor en el pecho, tos, dificultad para respirar, dolor de garganta.
Ingestión:	Causa irritación gastrointestinal, náuseas y vomito. Tomar abundante agua o leche, no inducir el vomito.
Contacto con los ojos:	Produce ardor, Irritación y enrojecimiento. Lavar inmediatamente.
Contacto con la piel:	Corrosivo. Produce ligera irritación o enrojecimiento. Lavar inmediatamente
Resumen para casos de emergencia:	Corrosivo. Irritante a los ojos, la piel, si se inhala o se ingiere. Estable a temperatura ambiente y en condiciones normales de uso. Reacciona con bases con desprendimiento de calor, Reacciona violentamente con oxidantes, Por descomposición térmica libera gases irritantes de Acido Clorhídrico

SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación:	Lleve la víctima a un sitio confortable, ventilado y fresco. Lavar nariz y boca con agua abundante y mantener en reposo y abrigado. Si no respira de respiración artificial, si su respiración es dificultosa suministre oxígeno. Consultar al médico lo más pronto posible.
Contacto Dérmico:	Lave de inmediato con abundante agua, bajo la ducha remueva la ropa contaminada y zapatos, se debe continuar con el lavado con agua y jabón durante 15 minutos. Si la irritación u enrojecimiento persiste acudir al médico.
Contacto Ocular:	Lave los ojos inmediatamente con agua corriente por un mínimo de 15 minutos. Mantenga los párpados abiertos durante el enjuague y gire los ojos. Si persiste la irritación, repita el lavado. Remita al médico inmediatamente.
Ingestión:	Si la víctima esta consiente y alerta dele a beber agua o leche. No induzca al vomito. Consultar al médico lo más pronto posible. Nunca suministre algo por la boca si la persona esta inconsciente o convulsionando. En caso de vomito disponer a la persona de costado.

SECCION 5: MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS

Agente de Extinción:	Use agua para mantener el contenedor refrigerado, Químico seco, o Dióxido de carbono.
Peligros específicos:	No combustible. Puede desprender gases muy irritantes por descomposición térmica a temperaturas elevadas (> 200°C).
Equipo de protección para la Emergencia:	Botas impermeables, guantes y gafas de protección, considere combatir el fuego desde un lugar distante seguro.

SECCION 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Medidas de emergencia a tomar Hay derrame del material:	Restrinja el área hasta que personal entrenado limpie completamente el derrame. Ventile el área.
Equipos de protección:	Use ropa adecuada y el equipo de protección personal recomendado, guantes, botas, traje de caucho (no use algodón ni cuero), casco, mascara de gases. No toque el producto derramado.
Precauciones a tomar para evitar daño al medio ambiente:	Detenga la fuga si es posible, construya un dique de arena. Absorba el producto en arena o un material absorbente del producto (Ej. Vermiculita), recójalo en un recipiente plástico, almacénelo, luego lave el lugar afectado y todas las herramientas usadas
Método de control y limpieza:	Lave completamente.

SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Condiciones de almacenaje:	El área de almacenamiento debe estar adecuadamente ventilada con dique de protección, no compartido. Los recipientes deben permanecer bien cerrados y sin goteo cuando no estén en uso. Los contenedores vacíos contienen residuos peligrosos. En esta área se debe contar con ducha y lavajos. El área de almacenamiento y el sistema de iluminación deben construirse de materiales resistentes a la corrosión. . Almacénelo en un lugar bien ventilado, fresco, seco y alejado de sustancias incompatibles.
-----------------------------------	--

Otras Precauciones a tomar: Mantenga el equipo de emergencia siempre disponible. El personal debe estar bien entrenado en el manejo seguro del producto. Los recipientes deben estar debidamente etiquetados y alejados de fuentes de calor. Evite el contacto con los ojos o la piel, no lo ingiera. Evite sus neblinas, vapores o gases. Evite el contacto con ojos, piel y ropas.

SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

Protección respiratoria: Use respiradores con cartuchos para vapores.
Guantes de protección: Acrílico, nitrilo o caucho
Protección de la vista: Use gafas de protección química, careta.
Equipos de protección dérmica: Use traje, guantes, botas de caucho, neopreno o PVC y casco. No use implementos de cuero o algodón.
Otros equipos de protección: Manipular cerca de ducha y lava ojos y despeje el área.
Ventilación: Manipule en lugares con buena ventilación
Límites de exposición: 2 mg/m³ máximo como AI

SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico: Líquido
Familia Química: Sal inorgánica
Apariencia y color: Color ámbar claro – oscuro
Olor: Ligeramente ácido
pH: Ácido, desde 0 hasta 4 unidades de pH
Solubilidad en agua: Completa
Solubilidad en otros: Insoluble en solventes orgánicos comunes.
Punto de ebullición: 110 – 120 °C
Punto de fusión y congelación: - 20 °C Aproximadamente
Peso específico: 1.1 – 1.4 (a 20 °C)

SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Estable a temperatura y presión normal.
Productos de descomposición peligrosa: Por descomposición térmica (pirólisis) libera gases irritantes de Ácido Clorhídrico.
Condiciones a evitar: Evite temperaturas excesivamente altas. Evitar contactos con bases, reaccionan produciendo desprendimiento de calor, reacciona violentamente con oxidantes y productos que desprenden gases en medio ácido (Cloritos, Hipocloritos, Sulfitos, Sulfuros, etc.).
Corrosividad: Es corrosivo a muchos metales.

SECCION 11: INFORMACION TOXICOLOGICA

DL50, oral ratas (mg/kg):	> 12.700
DL50, intraperitoneal ratón	No existen datos
TLV:	2 mg/m ³ como Al.

SECCION 12: INFORMACION ECOLOGICA

Algas:	1.75 +/- 0.25 mg/lt
--------	---------------------

El producto es una sal inorgánica, si se hidroliza se forman precipitados de Hidróxido de Aluminio con pH de 5 – 7 por lo que disminuye el pH del agua, si existen Fosfatos pueden formarse complejos de Fosfatos metálicos.

SECCION 13: CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

Sus residuos son considerados como no peligrosos, sin embargo no lo maneje como un desecho normal. No lo disponga en los drenajes, el suelo o fuentes de agua. Neutralizar con Cal o Carbonato de Sodio. Siga las regulaciones locales para su disposición.

SECCION 14: INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

UN: 3264
Grupo embalaje/envasado: III

SECCION 15: INFORMACION REGLAMENTARIA

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa legal de:

México: NOM-018-ST5-2000

Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441

Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04

Costa Rica: Decreto N° 28113-S

Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001

Colombia: NTC 445 22 de Julio de 1998

Ecuador: NTE INEN 2 266:200


SECCION 16: INFORMACION ADICIONAL

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE VERSIÓN:

Febrero 2016. Se actualizó la información en la sección No.1.

ANEXO F. HOJA DE SEGURIDAD POLIACRILAMIDA ANIÓNICA

	PRODUCTOS QUÍMICOS PANAMERICANOS S.A. HOJA DE SEGURIDAD DEL RAPISED 1084	HS-CC-112 Versión 1 Abril de 2013 Página 1 de 3.
1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑÍA.		
NOMBRE DEL PRODUCTO:	Rapised 1084.	
NATURALEZA QUÍMICA:	Polímero tipo poliacrilamida serie 1000	
NOMBRE DE LA COMPAÑÍA:	Productos Químicos Panamericanos S.A.	
TELÉFONOS DE EMERGENCIA:		
PLANTA GIRARDOTA: (04) 289 10 12	PLANTA MUÑA:	(01) 719 87 32
PLANTA TOCANCIPÁ: (01) 857 43 66	PLANTA SEVILLANA:	(01) 710 97 70
PLANTA JAMUNDÍ: (02) 590 17 17	PLANTA BARRANQUILLA:	(05) 368 67 13
PLANTA NEIVA: (08) 868 67 31	<i>Horario de atención plantas 8:00am a 5:00pm</i>	
COLPATRIA:	01-8000-512620. Atención las 24 horas.	
CISPROQUIM:	(01) 288 60 12 --- 01-8000-916012. Atención las 24 horas.	
2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.		
El producto no está clasificado como una sustancia química peligrosa, pero debe ser manejado con las consideraciones propias para los productos químicos.		
INHALACIÓN:	Puede producir leve irritación en las mucosas por inhalación en grandes cantidades.	
INGESTIÓN:	Puede producir leve irritación en el tracto gastrointestinal.	
CONTACTO CON LA PIEL:	Puede producir leves irritaciones en la piel.	
CONTACTO CON LOS OJOS:	Puede producir leve irritación en los ojos por contacto prolongado.	
3. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.		
COMPONENTE	NÚMERO CAS	LÍMITE DE EXPOSICIÓN
No se dispone de información.		
4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS.		
INHALACIÓN:	Trasladar a la persona expuesta inmediatamente al aire fresco. Si no respira darle respiración artificial (sólo por personal capacitado). Consultar de inmediato a un médico.	
INGESTIÓN:	No suministrar ningún tipo de bebidas ni inducir el vómito. Solicitar asistencia médica de inmediato.	
CONTACTO CON LA PIEL:	Lavar el área expuesta con abundante agua por 15 minutos o hasta asegurar la remoción del producto. Si los daños persisten consulte a un médico.	
CONTACTO CON LOS OJOS:	Lavarse los ojos con agua corriente por 15 minutos, buscando remover rastros del producto, lentes de contacto u otros objetos. Si la irritación persiste consulte a un médico.	
5. MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS.		
RIESGO GENERAL:	El producto puede generar irritación durante exposición prolongada. No es inflamable.	
MEDIOS DE EXTINCIÓN:	Para incendios usar extintores de polvos químicos secos, CO ₂ , espuma resistente al alcohol. No usar agua ya que la mezcla polímero-agua es muy adherente.	
MEDIDAS PARA CUERPOS DE SOCORRO:	No permanezca en el área sin el equipo de protección adecuado, que incluya mascarilla para polvo, gafas de seguridad con protección lateral y guantes. DE ACUERDO AL NUMERAL 8.	

La documentación vigente corresponde a la que se tiene acceso en la intranet. Cualquier copia impresa que no incluya la marca COPIA CONTROLADA o que se encuentre en una ubicación diferente a la de la intranet se

	PRODUCTOS QUÍMICOS PANAMERICANOS S.A. HOJA DE SEGURIDAD DEL RAPISED 1084	HS-CC-112 Versión 1 Abril de 2013 Página 3 de 3.
9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.		
APARIENCIA:	Polvo blanco granular.	
OLOR:	Característico	
NATURALEZA IÓNICA:	Aniónica	
ANIONICIDAD (%W):	40	
pH (0,5% SLN):	7-9	
DENSIDAD RELATIVA:	600-900 Kg/m ³	
PESO MOLECULAR:	Ultra alto.	
10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.		
ESTABILIDAD:	El producto es estable bajo condiciones normales de almacenamiento durante 24 meses.	
PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICIÓN:	No disponible.	
INCOMPATIBILIDADES:	No disponible.	
11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA.		
No se conocen casos de toxicidad del producto en el uso normal, son de esperar solamente a muy altas concentraciones. La inhalación de partículas debería evitarse, aunque resulten inertes pueden afectar las vías respiratorias e irritar moderadamente		
12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA.		
No se esperan posibles efectos biológicos para los organismos acuáticos y plantas si el producto mantiene las condiciones adecuadas.		
13. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO.		
<p>Eliminar de acuerdo a la disposición del estado, los restos de producto depositados en los recipientes debidamente etiquetados. Los residuos no deben verterse al alcantarillado, en conductos de agua, en suelos o acuíferos. Esta operación debe llevarse a cabo de forma cuidadosa y usando todos los elementos de protección personal referenciados en el numeral 8.</p> <p>La disposición y eliminación debe realizarse de acuerdo con las disposiciones oficiales. Para los embalajes contaminados deben adoptarse las mismas medidas que para el producto contaminante.</p>		
14. INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE.		
CLASE:	N.A.	
PICTOGRAMA:	N.A.	
NÚMERO UN:	N.A.	
GUIA EN LA GRE:	N.A.	
GRUPO ENVASE/ EMBALAJE:	N.A.	
15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.		
No aplica.		
16. INFORMACIÓN ADICIONAL		
La información que se suministra en este documento se ha recopilado basándose en las mejores fuentes existentes, de acuerdo con los últimos conocimientos disponibles y con los requerimientos legales vigentes sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Esto no implica que la información sea exhaustiva en todos los casos. Es responsabilidad del usuario evaluar si la información de la hoja de datos de seguridad satisface los requerimientos para una aplicación específica distinta a la adecuada.		

La documentación vigente corresponde a la que se tiene acceso en la intranet. Cualquier copia impresa que no incluya la marca COPIA CONTROLADA o que se encuentre en una ubicación diferente a la de la intranet se considera como copia NO CONTROLADA.



PRODUCTOS QUÍMICOS PANAMERICANOS S.A.

FICHA TÉCNICA.

RAPISED 1084

FT-CC-92

Versión 1

Página 1 de 1

1. ASPECTOS GENERALES.

PROPIEDADES: Polímero tipo poliacrilamida que incrementa el drenaje por gravedad y en combinación con polímeros de alto peso molecular logra un efecto sinérgico en la retención. Serie 1000.

CONTENIDO NETO: No aplica.

USOS:

Este producto está especialmente diseñado para las necesidades de la industria de pulpa y papel, puede ser usado no solo en máquinas papeleras para mejorar el proceso productivo, sino que puede ser enfocado hacia el manejo de aguas en los circuitos papeleros.

Se utiliza como floculante o ayudante de coagulación en una amplia variedad de aguas de consumo, municipal e industrial y aplicaciones en el tratamiento de aguas residuales.

Ha sido aplicado con éxito en todos los sistemas de separación líquido/ sólido incluyendo clarificación, espesamiento, deshidratación y filtración. Puede ser utilizado solo o en combinación con otros coagulantes orgánicos e inorgánicos.

BONDADES Y/O VENTAJAS DEL PRODUCTO:

- Efectiva y rápida separación líquidos/sólidos.
- Proporciona óptima relación costo-beneficio.
- Mejora el drenaje aumentando los ahorros de energía en la formación de hojas y secado.
- Mejora la uniformidad de la hoja y propiedades del papel.
- Mayor retención de fibras y considerable reducción de cenizas.
- Disminuye la DBO y la DQO en el efluente.
- Es de fácil preparación
- Cuenta con aprobación NSF.
- Mejora el desempeño de aditivos (colorantes, encolantes, resinas de resistencia en húmedo y en seco)

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

(Propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas).

PROPIEDADES	VALOR
Apariencia	Polvo blanco granular
Naturaleza iónica	Aniónica
Anionicidad (% w)	40
pH (0.5% Slm).	7 - 9
Densidad relativa kg/m3.	800-900
Peso molecular	Ultra alto

3. RECOMENDACIONES Y/O

PRECAUCIONES PARA EL USO:

Debe ser preparado adicionando lentamente y con una agitación continua y moderada (200-500 rpm). La disolución del agua debe tener una temperatura entre 10°C-40°C; la concentración de la solución debe ser 0,1%-0,3%. Para su mejor desempeño es necesario permitir un tiempo de "maduración" entre 50-60 minutos y utilizar una concentración

menor o igual a 0,1% (a través de dilución en línea si es necesario).

Debe ser manipulado con los cuidados propios para los productos químicos, utilizando elementos de protección personal como guantes, gafas de seguridad y mascarilla para polvos. No es inflamable, sin embargo en caso de incendio utilice espuma, CO₂, o métodos químicos secos porque la mezcla de polímero- agua es muy adherente.

Por precaución se debe diluir en una proporción alta. No incorporar a suelos ni acuíferos.

Si al contacto con el producto se presenta alguna reacción, lavar con abundante agua la zona afectada como mínimo durante 15 minutos. Consultar al médico.

4. EMPAQUE Y TRANSPORTE.

Este producto es empacado en sacos de 25 kg y puede ser transportado en vehículos de cualquier tonelaje.

Este producto no está clasificado como sustancia química peligrosa, por lo tanto no está regulado para el transporte terrestre por el decreto 1609 de 2002.

5. ALMACENAMIENTO.

En planta se sugiere el almacenamiento de este producto en bolsas cerradas. Almacenar en un área fría y seca, que no exceda temperaturas de 35°C. No derrame agua en el producto seco debido a que se produce un gel muy compacto y difícil de limpiar. En caso de derrame de soluciones de este producto utilice material absorbente sobre el área afectada y barra dentro de recipientes de disposición de químicos apropiados.

En condiciones apropiadas de almacenamiento el producto es estable por 24 meses.

6. DATOS DEL FABRICANTE: Este producto es comercializado por productos Químicos Panamericanos S.A. regionales:

Barraquilla: dirección, calle 30 N°21-78 bodega 2. Teléfono: (5) 379 75 22

Cali: dirección, Carrera 40 N° 14-51 Acopi-Yumbo. Teléfono (2) 665 29 28.

Sevillana: dirección, carrera 57 N° 45A-94 sur, Bogotá. Teléfono (1) 710 97 70.


Medellín: dirección, transversal 51A N° 67-10. Teléfono (4) 230 27 11.

7. NOTIFICACIÓN SANITARIA

OBLIGATORIA: No aplica.

La documentación vigente corresponde a la que se tiene acceso en la intranet. Cualquier copia impresa que no incluya la marca COPIA CONTROLADA o que se encuentre en una ubicación diferente a la de la intranet se considera como copia NO CONTROLADA.

ANEXO G. FICHA TÉCNICA ULTRAFLOC 110

	PRODUCTOS QUÍMICOS PANAMERICANOS S.A FICHA TÉCNICA ULTRAFLOC 110	FT-CC-04 Versión 4 Julio 2018 Página 1 de 1
---	---	--

1. ASPECTOS GENERALES

PROPIEDADES: El ULTRAFLOC 110 es un coagulante catiónico líquido de mediano peso molecular

CONTENIDO NETO: N.A

USOS: El ULTRAFLOC 110 es recomendado como coagulante o ayudante de coagulación en el proceso de clarificación para el tratamiento de aguas potables, industriales, municipales y residuales.

BONDADES Y/O VENTAJAS DEL PRODUCTO:

- Maneja niveles de dosis más bajos que otros coagulantes como el sulfato de aluminio para obtener igual o incluso mejor calidad de agua tratada, lo que proporciona la mejor relación costo-beneficio en el tratamiento.
- Efectivo en aguas de baja y alta turbiedad y alcalinidad.
- Poco o ningún efecto sobre el pH del agua. Reduce o elimina la necesidad de ajustar el pH.
- Posibilidad de trabajar con amplios rangos de pH.
- Forma un coágulo grande, de rápida sedimentación.
- Reduce el volumen de lodo, ahorrando en los costos de eliminación y/o desaguado del lodo.
- Se obtienen mayores carreras de filtración reduciendo el consumo de agua de lavado de filtros.
- El ULTRAFLOC 110 cumple con los requerimientos de la Norma Internacional NSF/ANSI Standard 60: Drinking Water Treatment Chemicals (Químicos para el Tratamiento de Agua Potable).

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Propiedades fisicoquímicas y/o microbiológicas)

PROPIEDADES	VALOR
Apariencia	Líquido Ámbar
Densidad a 25°C	1,30 ± 0,01
pH directo	2,0 – 3,5
Contenido activo %	18,0 ± 1

3. RECOMENDACIONES Y/O PRECAUCIONES PARA EL USO:

DOSIS DE APLICACIÓN: Debido a las diferentes características de las aguas a clarificar o lodos por deshidratar es necesario determinar la dosis específica para cada caso, en el laboratorio o en la planta. Para tratamiento de agua potable la dosis máxima es de 157 mg/L.

En general el ULTRAFLOC 110 elaborado y distribuido por P.Q.P. no es tóxico, pero se debe manejar como producto ligeramente corrosivo.

Consultar la hoja de seguridad del producto para obtener mayor información.

4. EMPAQUE Y TRANSPORTE

Producto distribuido a granel mediante carro tanques o en contenedores plásticos de 1000 Kg, garrafas plásticas de 20 litros o en tambores de 55 galones.

Este producto está clasificado como sustancia química peligrosa, por lo tanto está regulado para el transporte terrestre por el decreto 1609 de 2002

UN 1760

Clase 8. Corrosivo

5. ALMACENAMIENTO

Se debe almacenar en lugares frescos, con mínima humedad y buena ventilación. No es explosivo. Evite que alcance temperaturas mayores a 40 °C. Evite almacenar en materiales como aluminio, latón, acero al carbón, aleaciones de cobre, caucho natural, níquel y acero inoxidable. Se recomienda el almacenamiento en tanques en fibra de vidrio o los envases que dispone PQP.

La aplicación o método de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por tanto PQP no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación relacionada, al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.

Vida útil: 3 años a partir de su fecha de fabricación.

6. DATOS DEL FABRICANTE: Este producto es fabricado y comercializado por productos Químicos Panamericanos S.A. Plantas:

Jamundí: Vía Panamericana Km 28 Cali – Popayán, Tel. +57 695 45 71

Girardota: Autopista Norte Km 22, el. +57 4 444 97 77

Barranquilla: Carrera 67 (Carretera a Eternit) N° Vía 40-437 Zona Industrial La Loma No. 3. Tel (+57 5) 385 97 17

7. NOTIFICACIÓN SANITARIA OBLIGATORIA: No aplica.

ANEXO H. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN FINAL

	INFORME DE MONITOREO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS – AGUA RESIDUAL
---	--

ANALQUIM LTDA. PRODUCCIÓN Y GESTIÓN

EMPRESA: PRODUCCIÓN Y GESTIÓN

TELÉFONO: 3166271103

DIRECCIÓN: KILOMETRO 7 AUTOPISTA MEDELLIN, CELTA TRADE
PARK, BODEGA 21.

ELABORADO:



TELÉFONOS: 6309945, 3291873, 2318149, 2255160

DIRECCIÓN: Carrera 25 No. 73 – 60 / 66 Barrio Alcázares – Bogotá

CORREOS ELECTRÓNICOS: Coordinador de atención al cliente:

atencionalcliente@analquim.com

PÁGINA WEB: www.analquim.com

TABLA 12. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA RESOLUCIÓN 0631/2015

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR OBTENIDO EN LABORATORIO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (ARTÍCULO 13)*	CUMPLIMIENTO NORMATIVO
GENERALES				
pH	Unidades de pH	6.07 - 6.38	5.00 a 9.00	CUMPLE CON EL RANGO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	375	500.00	CUMPLE CON LÍMITE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	195	250.00	CUMPLE CON LÍMITE
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	7	80.00	CUMPLE CON LÍMITE
Sólidos Sedimentables (SSED)	m/L	<0.1	1.00	CUMPLE CON LÍMITE
Grasas y Aceites	mg/L	<6	15.00	CUMPLE CON LÍMITE
Fenoles Totales	mg/L	<0.07	0.20	CUMPLE CON LÍMITE
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	54.83	10.00	NO CUMPLE CON LÍMITE
Temperatura**	°C	20.0 - 27.0	40.00	CUMPLE CON LÍMITE
Caudal	L/s	0.063	N.E.	N.A.

ANEXO I. COTIZACIÓN EQUIPOS DEL TRATAMIENTO

COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS

Tratamiento de aguas

NIT No.900.700.961-1

Av calle 17 # 5 - 21 OF. 300

Tels: 3156123657 - 3188978894 - fax 3412637

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES

Nit Contratante		Contacto	Andres Quintero
OBJETO DEL CONTRATO:	IMPLEMENTACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS INDUSTRIALES Q=0.3 LPS		
CONTRATISTA:	COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS		
CONTRATANTE:	Producción y Gestión S.A.S		

DATOS ESPECIFICOS

CAPITULO No.:	UNIDAD:	und	HOJA No.:	1
ITEM No.:	CANTIDAD:	1	FECHA:	
DESCRIPCION ITEM:	IMPLEMENTACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS INDUSTRIALES Q=0.3 LPS			

I. MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR UNITARIO
MÓDULO DE TRAMPA DE GRASAS PRFV DE DIMENSIONES (m): ANCHO= 0.7; LARGO= 1.2; ALTO=0.9 (INCLUIDO BORDE LIBRE), VOL= 432 Litros	UND	1,00	\$ 1.055.700	\$ 1.055.700
CANASTILLA RETENCIÓN SÓLIDOS	UND	1,00	\$ 1.987.700	\$ 1.987.700
TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN-OXIDACIÓN DE DIMENSIONES (m): DIAMETRO= 0.8; H= 1.20; VOLUMEN TOTAL= 0.62 m3	UND	1,00	\$ 1.805.700	\$ 1.805.700
TANQUE DE COAGULACIÓN - FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN DE DIMENSIONES (m): DIAMETRO SUPERIOR= 0.8; DIAMETRO INFERIOR= 0.4; ALTURA=1.80; VOLUMEN TOTAL=0.6 m3	UND	1,00	\$ 3.055.000	\$ 3.055.000
BOMBA SUMERGIBLE 0.4 HP AC INOX	UND	2,00	\$ 2.535.000	\$ 5.070.000
BOMBA CENTRIFUGA 0.4 HP AC INOX	UND	5,00	\$ 1.649.999	\$ 8.249.994
KIT DE DOSIFICACIÓN (INCLUYE BOMBA DOSIFICADORA KOMPACT SEKO)	UND	3,00	\$ 1.650.000	\$ 4.950.000
MOTOREDUCTOR CON MEZCLADOR MECANICO 0.5 HP	UND	1,00	\$ 3.055.000	\$ 3.055.000
LECHOS DE SECADO DE LODOS EN PRFV	UND	1,00	\$ 2.950.000	\$ 2.950.000
GRAVAS Y ARENAS	GLB	1,00	\$ 350.000	\$ 350.000
TABLERO DE CONTROL	UND	1,00	\$ 3.250.000	\$ 3.250.000
TUBERIAS DE INTERCONEXIÓN HIDRAULICA	UND	1,00	\$ 2.150.000	\$ 2.150.000
TUBERIAS DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA	UND	1,00	\$ 1.950.000	\$ 1.950.000
ANALISIS DE LABORATORIO SALIDA PTARI	GLB	1,00	\$ 2.150.000	\$ 2.150.000
SUBTOTAL MATERIALES:				\$ 42.029.094

II. HERRAMIENTA Y EQUIPO

DESCRIPCION	MARCA	UNIDAD	VALOR UNITARIO	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR		UND	42.029.093,50	0,03	\$ 1.260.873
					\$ -
SUBTOTAL HERRAMIENTA Y EQUIPO:					\$ 1.260.873

III. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL ó PESO	DISTANCIA	M2 ó TON/KM	TARIFA	VALOR UNITARIO
TRANSPORTE		0,00		\$ 315.218	\$ 315.218
SUBTOTAL TRANSPORTE:					\$ 315.218

IV. MANO DE OBRA (incluye prestaciones sociales)

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
CUADRILLA A HIDRAULICA	150.000,00	81.000,00	231.000,00	6,00	\$ 1.386.000
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					\$ 1.386.000

	COSTO DIRECTO TOTAL (ajustado al peso)	\$ 44.991.185
	Administración (10%)	\$ 4.499.118
	Imprevisto (4%)	\$ 1.799.647
	Utilidad (3%)	\$ 1.349.736
IVA	19%	\$ 256.450
	TOTAL	\$ 52.896.136

OBSERVACIONES :

Para constancia de lo anterior, se firma la presente acta bajo la responsabilidad expresa de los que intervinen en ella, de conformidad con las funciones desempeñadas por cada uno de los mismos, a los _____ () días, del mes _____ del año _____.

SITIO DE ENTREGA: INSTALACIONES A ACORDAR EN PARQUE INDUSTRIAL CELTA
TIEMPO DE ENTREGA: 35 DIAS DESPUES DE RECIBO ORDEN DE COMPRA

GARANTIA: LOS DISEÑOS SERAN REALIZADOS BAJO NORMAS COLOMBIANAS 631/2015 - 0330/2017 - 3930/2010

LIMITE DE SUMINISTRO: NO INCLUYE BOMBA DE IMPULSION DE AGUA CRUDA, TAMPO ENERGIA ELECTRICA. DEBERA LLEGAR A 0 METROS DEL TABLERO DE CONTROL. NO INCLUYE OBRAS CIVILES NI TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

FORMA DE PAGO: 50% COMO ANTICIPO, SALDO CONTRA ENTREGA

ENTREGABLES: MEMORIAS DE CALCULO, INFORME DE DISEÑO, INFORME DE VIABILIDAD Y PRESUPUESTO, PLANOS DE DISEÑO (2D-3D), ESPECIFICACION DE EQUIPOS MECANICOS Y ELECTRICOS, PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL, INFORME DE CAUDALES Y SIMULACION DE REMOCIONES POR PARAMETROS DE NORMA, REVISION DE CONCENTRACIONES, LOCALIZACION DE SITIO Y DISEÑO DE DESCARGA PARA VERTIMIENTO.

CONDICIONES COMERCIALES

- La propuesta tiene una validez de treinta días (30)
- Para inicio de actividades se debe enviar la orden de servicios/ contrato a los correos ventas@comercialaguasy servicios.com; representante.cas2014@gmail.com
- El IVA del 19% Vigente al ser un servicio y no una obra.
- Forma de pago: 50% ANTICIPO, 30% AL DESPACHO DE LOS TANQUES Y EQUIPOS , 10% AL FINALIZAR MONTAJE , 10% A ENTREGA A SATISFACCION.
- El servicio colizado en la presente propuesta será facturado por la firma COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS, NIT 900.700.961-1, para efectos de pago de anticipos y saldos de sus facturas, se autoriza realizarlos en la cuenta bancaria corriente N° 299108977 del banco de Bogotá, a nombre de Comercial de aguas y servicios.
- Comercial de aguas se compromete, mediante el presente documento a cumplimiento integral en cuanto tienen que ver con características técnicas del trabajo.
- El contratante debe tramitar los permisos para acceder a cada uno de los sitios del trabajo.
- El cronograma de actividades, cuya duración es de 3 días.
- Comercial de Aguas y Servicios SAS, se encargara del pago de Seguridad y parafiscales del personal utilizado en obra, así como suministrar la dotación exigidas para realizar el objeto de la cotización.
- Cualquier retraso generado durante la ejecución de los trabajos de campo por razones ajenas a Comercial de Aguas y Servicios SAS, deberá considerarse un stand by de los recursos dispuestos por Comercial de Aguas y Servicios SAS y se cobrara día adicional.
- En caso de llegar al mejor de los acuerdos y firmar un contrato u orden comercial. Se deberá tener en cuenta que esta cotización será parte integral del mismo y desde ahí será nuestro objeto de suministro.

FERNEY DAVID MARTINEZ
GERENTE GENERAL
COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS
CONTRANTISTA

Andres Quintero
REPRESENTANTE
Producción y Gestión S.A.S
CONTRATANTE

**ANEXO J.
COTIZACIÓN TRATAMIENTO ACTUAL DE AGUAS RESIDUALES EN LA
EMPRESA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN S.A.S.**

			
	COTIZACION		
Fecha: Septiembre 22 de 2016		COTIZACION No. 0068-16	
Localización: COLOMBIA		Compañía: PRODUCCIÓN Y GESTIÓN SAS	

Bogotá, 22 de Septiembre de 2016

Señores
PRODUCCIÓN Y GESTIÓN SAS
Bogotá D.C
Atn.: ING. **Gustavo Sotelo**
Gerente General

Estimado Ingeniero,

Con base en nuestra conversación, la siguiente es nuestra oferta Económica, para los servicios ofertados.

Servicio & Tarifa Propuestos

ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	Precio Unitario (\$)
1	Succión y Transporte de Aguas Residuales no Peligrosas, Tratamiento y devolución de aguas tratadas a lugar de recolección.	1	600,000
2	Tratamiento de Aguas Residuales No Peligrosas.	1 (Kg.)	120

TERMINOS Y CONDICIONES GENERALES

1. Validez de la oferta: 30 días.
2. Pago: 30 días después de recibida la factura.
3. El servicio se prestará una vez recibida la orden de servicio de parte del representante autorizado por su compañía.
4. Se entregará acta de disposición final del residuo.

		SEPSPEC	
COTIZACION		COTIZACION No. 0068-16	
Fecha: Septiembre 22 de 2016	Localización: COLOMBIA	Compañía: PRODUCCIÓN Y GESTIÓN SAS	

Gustosos atenderemos sus inquietudes en caso de ser requerida información adicional o alguna aclaración a la presente oferta de servicios.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano la atención a la presente.

ING. MARTHA PATRICIA SEGURA
REPRESENTANTE LEGAL
SEPSPEC SAS

**ANEXO K.
FACTURA REFERIDA AL PAGO DE ENERGÍA DE LA EMPRESA
PRODUCCIÓN Y GESTIÓN S.A.S**

FECHA DE EXPEDICIÓN: 10/05/2019 - TOTAL CONSUMO: 491.0298

CALIDAD DEL SERVICIO		INFORMACION DE INTERES	
TRIMESTRE: OCT - DIC 		ESTIMADO CLIENTE: La tarifa final es de \$491.0298 kWh.	
GRUPO (C): 4 CBO: 1142.19 CPT: 20550 <small>CBO: Costo del servicio básico CPT: Contribución promedio del trimestre</small>		Gi: 220.5346 Ti: 34.5358 Di: 136.7115 Cv: 49.2182 Pb: 29.1495 R: 11.8602 Cu: 491.0298 Cf: 0	
INFORMACION TECNICA RUTA LECTURA: 50007107120085 RUTA REPARTO: 30007307220082 ESTRATO: 0 CIRCUNTO-TRAFIO: NO (3 - 738w/10) CARGA (KW): 0 SERVICIO: Industrial		NIVEL DE TENSION: 1 COD. FACTURACION: 29 GRUPO: 202 MEDIDOR No: 56122513 MEDIDOR No: 56122513	
DETALLE DE CUENTA CONCEPTO:		SUBTOTAL	
CONSUMO DE ENERGIA 491.0298 (Valor kWh) x 20280 (Consumo en kWh)		\$ 9.958.084	
CONTRIBUCION INDUSTRIAL SENCILLA ACTIVA (20%)		\$ 1.991.617	
CONTRIBUCION INDUSTRIAL SENCILLA REACTIVA (20%)		\$ 0	
SUBTOTAL VALOR CONSUMO		\$ 11.949.701	
ALUMBRADO PUBLICO ART 19.1 PAR. 2 CCU		\$ 395.085	
COMPENSACION CALIDAD SERVICIOS 097/08		(\$ 99.660)	
AJUSTE A LA DECENA (DEBITO)		\$ 4	
ESTE MES LA ENERGIA QUE DISFRUTASTE, TE COSTO \$ 385.474 DIARIOS			
SUBTOTAL VALOR OTROS		\$ 295.429	
SUBTOTAL VALOR DESCUENTOS		\$ 0	
SUBTOTAL CONCEPTOS ENERGIA		\$ 12.245.130	
CONCEPTO: PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y BENEFICIOS		SUBTOTAL	
SUBTOTAL PORTAFOLIO		\$ 0	

PRODUCCION Y GESTION S.A.S.
RECIBIDO PARA ESTUDIO
 Fecha: 09.05.2019
 Firma: A. Cuibera

AL SERVIDOR 14799 REC LABIOS IMPRTO A.P. TEL 85-46471 CL 34-3-86 TERZO

3055341-9	550515586-5
-----------	-------------