

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S.**

**DANIELA CRUZ SANCHEZ  
ANGIE ALEJANDRA HERRERA CASTILLO**

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA QUIMICA  
BOGOTA D.C.  
2018**

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S.**

**DANIELA CRUZ SANCHEZ  
ANGIE ALEJANDRA HERRERA CASTILLO**

**Proyecto integral de grado para optar por titulo  
INGENIERO QUIMICO**

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA QUIMICA  
BOGOTA D.C.  
2018**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

IQ. Nubia Liliana Becerra Ospina  
Jurado

---

IQ. Jaime Eduardo Arturo Calvache  
Jurado

---

IQ. Elizabeth Torres Gamez  
Presidente del Jurado

Bogotá D.C., Febrero de 2018

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García – Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Ing. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García – Peña

Decano Facultad de Ingeniería

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director del programa de Ingeniería Química

Ing. Leonardo de Jesús Herrera Gutiérrez

**Las directivas de la 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**

## **DEDICATORIAS**

A Dios por darme la vida y la oportunidad de haber estudiado, por iluminarme y ser el soporte en cada momento que sentía desfallecer.

A mi familia por ser siempre una guía, por estar presente en los momentos importantes con sus consejos y ayuda, A mis padres por estar siempre ahí en esta lucha, siempre mostrando los caminos cuando sentía que ya no podía, por su apoyo emocional, económico y moral en cada momento. A mi hermana por ser la motivación buscando siempre ser un ejemplo para ella. A choco por llenar mis días de alegrías.

A Angie Sánchez porque siempre fue incondicional, sus consejos, sus regaños y todo el cariño que me tuvo me ayudo a fortalecerme para seguir siempre adelante.

A mis amigos, profesores y todos quienes fueron parte de este proceso por dejar una huella, siempre tomando lo mejor de cada uno para ser mejor persona cada día.

**ANGIE HERRERA**

A Dios por ser esa guía espiritual en cada instante de mi vida, iluminando y dando me soporte para continuar a pesar de las adversidades.

A mi familia por ser el constante apoyo en esta etapa de la vida, por sus consejos y ánimos cada vez que me siento desfallecer, en especial a mis padres por el esfuerzo que hacen para brindarme esta oportunidad de culminar mis estudios, y ser guía en este proyecto.

Al señor Georgio Toca Ruiz y la señora Beltina Torres de Toca por brindarme apoyo incondicional, por sus consejos y fuerzas para culminar este proyecto de la manera más exitosa.

A todos los compañeros, amigos y profesores que hicieron parte de este proceso de aprendizaje, por cada uno de sus aportes que fueron fundamentales para culminar esta etapa de mi vida.

**DANIELA CRUZ SANCHEZ.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa FRANKFURT S.A.S. por permitirnos realizar ésta propuesta para el tratamiento de aguas, por acceder a que fuéramos a sus instalaciones siempre que lo necesitamos.

A nuestra orientadora Elizabeth Torres Gámez por su apoyo incondicional, por tener siempre las palabras correctas llenándonos de ánimo y correcciones para que este proyecto de grado pudiese llegar a su fin.

A nuestras familias por el apoyo que siempre brindaron, su respaldo económico para que esta propuesta pudiera ser realizada.

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	19
INTRODUCCIÓN	20
OBJETIVOS	21
<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>22</b>
1.1 MARCO TEÓRICO	22
1.2 NORMATIVIDAD	23
1.3 TRATAMIENTO DE AGUAS	24
1.3.1 Pretratamiento	24
1.3.2 Tratamiento primario	24
1.3.3 Tratamiento secundario	26
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	28
1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	28
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	31
<b>2. DIAGNÓSTICO DE AGUAS EN LA EMPRESA</b>	<b>38</b>
2.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL VERTIMIENTO	38
2.2 BALANCE HÍDRICO DE LA EMPRESA	39
2.3 CURVA DE CAUDAL	42
2.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA	44
<b>3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA UN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OBTENIDAS DE LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S</b>	<b>49</b>
3.1 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS	49
3.2 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS	52
3.2.1 Alternativas de tratamiento	53
3.2.2 Criterios de selección	53
3.2.3 Matriz de selección de la alternativa para tratamiento de aguas residuales	59
<b>4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>61</b>
4.1 ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS	61
4.2 REJILLA DE DESBASTE	61
4.3 DESENGRASANTE INDUSTRIAL	62

4.4 TRAMPA DE GRASA	62
4.5 TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	67
4.6 DOSIFICACIÓN DE LOS REACTIVO	69
4.7 RESULTADOS DE CARACTERIZACION APLICANDO EL TRATAMIENTO	69
<b>5. ANÁLISIS FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S.</b>	72
5.1 INGRESOS	72
5.2 EGRESOS	72
5.3 FLUJO DE CAJA DE LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S.	76
5.4 VALOR PRESENTE NETO (VPN)	78
5.5 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	78
<b>6. CONCLUSIONES</b>	79
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	81
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	82
<b>ANEXOS</b>	84

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Características de las aguas residuales de distintos tipos de Industrias cárnicas.	22
Tabla 2. Sistemas y métodos de desinfección químicos y físicos.	27
Tabla 3. Distribución de agua dentro de la empresa	40
Tabla 4. Balance Hídrico	42
Tabla 5. Descripción del muestreo	45
Tabla 6. Técnicas analíticas	46
Tabla 7. Comparación resultados contra resolución	48
Tabla 8. Matriz de evaluación final de las alternativas	60
Tabla 9. Caracterización para agua tratada en Laboratorio	70
Tabla 10. Comparación Caracterizaciones de agua	71
Tabla 11. Costos de oportunidad	72
Tabla 12. Egresos, Equipos/ Reactivos	74
Tabla 13. Amortización préstamo	75
Tabla 14. Flujo de Caja	77

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Diagrama de bloques de empresa FRANKFURT S.A.S.	30
Figura 2. Cuarto frio	31
Figura 3. Báscula	32
Figura 4. Molino	33
Figura 5. Mezcladora	33
Figura 6. Cutter	34
Figura 7. Embutidora	34
Figura 8. Tanque de cocción	35
Figura 9. Hornos	36
Figura 10. Tajadora	36
Figura 11. Selladora al vacío	37
Figura 12. Filtro de sólidos	38
Figura 13. Trampa de grasa	39
Figura 14. Proceso estimado del agua en cada operación	41
Figura 15. Proceso alternativa para el tratamiento de aguas	61
Figura 16. Desengrasante Consume Micro-Muscle	62
Figura 17. Experimento trampa de grasa	63
Figura 18. Modificación trampa de grasa	65
Figura 19. Modelo compartimientos trampa de grasa	66
Figura 20. Trampa de grasa compartimientos	67
Figura 21. Tanque de sedimentación	68

## LISTA DE GRAFICAS

	<b>pág.</b>
Gráfica 1.Caudal medido día miércoles	43
Gráfica 2.Caudal medido día lunes	44

## LISTA DE CUADROS

	<b>pág.</b>
Cuadro 1. Ventajas y desventajas del tratamiento biológico	49
Cuadro 2. Ventajas y Desventajas del tratamiento biológico	50
Cuadro 3. Ventajas y desventajas de los filtros biológicos	50
Cuadro 4. Ventajas y desventajas de la filtración	51
Cuadro 5. Ventajas y desventajas de la sedimentación	51
Cuadro 6. Ventajas y desventajas de la coagulación	52
Cuadro 7. Ventajas y desventajas de la floculación	52
Cuadro 8. Clasificación de Tratamientos de agua	53
Cuadro 9. Alternativas para el Tratamiento de aguas	53
Cuadro 10. Calificación según espacio, construcción y diseño	54
Cuadro 11. Calificación Alternativa 1 según costos	55
Cuadro 12. Calificación Alternativa 2 según costos	55
Cuadro 13. Calificación Alternativa 3 según costos	55
Cuadro 14. Calificación Alternativa 4 según costos	56
Cuadro 15. Calificación según operación	57
Cuadro 16. Calificación Alternativa 1 según eficiencia	58
Cuadro 17. Calificación Alternativa 2 según eficiencia	58
Cuadro 18. Calificación Alternativa 3 según eficiencia	59
Cuadro 19. Calificación Alternativa 4 según eficiencia	59
Cuadro 20. Dosificación Reactivos	69

## LISTA DE ECUACIONES

	<b>pág.</b>
Ecuación 1.Cálculo de caudal	42
Ecuación 2.Volumen con de acuerdo al tiempo de retención	64
Ecuación 3.Cálculo del volumen	66
Ecuación 4.Ecuación tiempo de llenado	68
Ecuación 5.Valor Presente Neto	78

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Parametros de la resolución 0631 de 2015	85
Anexo B. Diagrama de la empresa FRANKFURT S.A.S.	86
Anexo C. Fichas técnicas de las sustancias	87
Anexo D. Cotizaciones	102

## LISTA DE ABREVIATURAS

PTAR: planta de Tratamiento de Agua Residual  
°C: grados Centígrados  
DBO: demanda Biológica de Oxígeno  
DQO: demanda Química de Oxígeno  
rpm: revoluciones por Minuto  
L: litro  
cm: centímetro  
m: metro  
s: segundo  
mm: milímetros  
m/s: metro sobre segundo  
m<sup>2</sup>: metro cuadrado  
m/s<sup>2</sup>: metro sobre segundo cuadrado  
m<sup>3</sup>: metro cubico  
m<sup>3</sup>/s: metro cubico sobre segundo  
m<sup>3</sup>/min: metro cubico sobre minuto  
m<sup>3</sup>/h: metro cubico sobre hora  
m<sup>3</sup>/día: metro cubico sobre día  
L/s: litro sobre segundo  
L/h: litro sobre hora  
ml/L: mililitro sobre litro  
ml/g: mililitro sobre gramo  
ml/s: mililitro sobre segundo  
mgO<sup>2</sup> /L: miligramo de Oxígeno sobre litro  
mgO<sup>2</sup>/s: miligramo de Oxígeno sobre segundo  
mgO<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>s: miligramo de Oxígeno sobre metro cubico por segundo  
mgO<sup>2</sup>/s\*mgss: miligramo de Oxígeno sobre segundo por miligramo de solidos suspendidos  
mgss/L: miligramo de solidos suspendidos sobre litro  
mgssv/L: miligramo de solidos suspendidos volátiles sobre litro  
gDBO/m<sup>3</sup>d: gramos de DBO sobre metro cubico por día  
gDBO/gssVLMd: gramos de DBO sobre gramos de solidos suspendidos volátiles en el licor de mezcla por día  
ssv /m<sup>3</sup>: sólidos suspendidos volátiles sobre metro cubico  
min: minutos  
Kg: kilogramo  
kg DBO/ día: kilogramo de DBO sobre día  
Kg/m<sup>3</sup>: kilogramo sobre metro cubico  
L/s/m<sup>3</sup>: litro sobre segundo sobre metro cubico  
HP: horsepower  
W: watts  
Psi: libra por pulgada cuadrada

## GLOSARIO

**CHARCUTERIA:** es la empresa dedicada a la elaboración de productos de cerdo y sus subproductos, hechos como embutidos.

**COAGULACIÓN:** es el proceso por el cual las partículas coloidales se desestabilizan por la adición de un reactivo químico, llamado coagulante. Este proceso es permitido gracias a las cargas de las sustancias.

**COAGULANTE:** reactivo químico cuyas partículas líquidas en suspensión se adhieren para crear partículas más juntas, teniendo así un mayor volumen.

**CLORUROS:** son sales presentes en aguas residuales, en gran cantidad son causantes de daños a las tuberías por su alto poder corrosivo.

**DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO):** es una medida que determina la cantidad del oxígeno requerido por oxidación de la materia orgánica biodegradable que se encuentra en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia. Para su obtención, la muestra de agua estudiada debe tener materiales del tipo orgánicos carbónicos, nitrógeno oxidable y compuestos químicos reductores.

**DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):** ésta medición usada para el tratamiento de aguas corresponde al volumen de oxígeno que se requiere para oxidar la fracción orgánica de una muestra.

**EMBUTIDO:** es la preparación en la que la tripa de cerdo es rellena de carne picada que es condimentada con hierbas aromáticas, especias, colorantes y demás, causando que quede con sabores naturales.

**GRASAS Y ACEITES:** son sustancias que pueden ser de origen vegetal o animal, presentándose en estados sólidos o líquidos y compuestos por moléculas de ácido graso y una molécula de glicerol.

**PRODUCCIÓN LIMPIA:** es la continua aplicación de estrategias ambientales, preventivas que se integran a procesos productivos en los que se relacionan productos o servicios, reduciendo riesgos a las personas y medio ambiente.

**SÓLIDOS SEDIMENTABLES (SSED):** es la cantidad de material que sedimenta de una muestra en un período de tiempo. Pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (ml/L) o de una masa (mg/L), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.

**SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST):** abarcan las sales inorgánicas como lo son, calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros, y sulfatos; también puede ser materia orgánica que se encuentre suspendida en el agua.

**SULFATOS:** son las sales moderadamente solubles a muy solubles, las aguas dulces contienen de 2 a 150ppm y el agua de mar aproximadamente 3000ppm. Se debe realizar un tratamiento por intercambio iónico para evitar incrustaciones de sulfato de calcio.

**TRAMPAS DE GRASA:** son sistemas diseñados y construidos para separar la grasa y aceite de las aguas residuales. Dichas grasas y aceites así separados quedan atrapados dentro del tanque de acero inoxidable dejando pasar por el sistema el agua "limpiada" que va a la alcantarilla

## RESUMEN

En el presente trabajo de grado se desarrolla una propuesta que plantea un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa FRANFURT S.A.S., quien presenta problemas con el cumplimiento de la normatividad exigida en la resolución 0631 del 17 de marzo del 2015, arriesgándose a una sanción o cierre; sin dejar de lado que el proceso puede ser más limpio y con esto ayudar a disminuir la contaminación ambiental. Para llevar a cabo dicha alternativa se realiza un diagnóstico de la empresa para conocer el estado de sus instalaciones y así la generación de sus aguas residuales. Se hizo una caracterización para evaluar los parámetros que deben cumplirse según la norma, éstos son Grasas y aceites, DBO, DQO, SS, SST, cloruros, sulfatos, pH, temperatura, teniendo como resultado el incumplimiento de los primeros cinco, que representan las altas cargas orgánicas que se están manejando. Por medio de revisión bibliográfica se plantearon cuatro alternativas para la implementación del tratamiento que se evaluaron por medio de los criterios área, construcción y diseño costos, operación y eficiencia; eligiendo una modificación de la trampa de grasa, un desengrasante industrial, una coagulación-floculación. Se llevó a cabo pruebas para comprobar las características del sulfato de aluminio como coagulante y medir la concentración del mismo. Posteriormente se hizo unas especificaciones técnicas para el dimensionamiento del tratamiento en cuanto a las cantidades de reactivos y los espacios para el funcionamiento del mismo. Para finalizar se realizó un análisis financiero de la propuesta, teniendo en cuenta el VPN y la TIR, que resultaron positivos para la misma, proyectando una viabilidad al proyecto.

Palabras claves: tratamientos, aguas, alternativa, parámetro y norma.

## INTRODUCCIÓN

Para el control de procesos industriales, las empresas deben tener en cuenta todos los criterios de manejo de los mismos, la parte financiera y de implementación tiene la misma importancia que el desarrollo de un proceso limpio que genere la menor cantidad de residuos para así colaborar con el medio ambiente. Por esta razón en este proyecto se presenta una alternativa para que la empresa FRANKFURT S.A.S. comience a cumplir con la normatividad que rige la resolución 0631 de 2015 para vertimientos industriales, evitando así sanciones y posibles cierres y generando la oportunidad de obtener los certificados de una producción limpia.

La empresa FRANKFURT S.A.S. se encarga de la fabricación de productos cárnicos, que requieren en su proceso altos efluentes de aguas y por la naturaleza de las mismas descargas orgánicas de alta proporción; éstas son arrojadas a una trampa de grasa que cumple la función de retener y luego pasar al alcantarillado. Se propone una alternativa de tratamiento de aguas basado en las revisiones bibliográficas para el incumplimiento de los parámetros que no están dentro de los rangos permitidos, según la caracterización hecha. Se hace una evaluación de las condiciones de la empresa y se analiza los posibles tratamientos que funcionarían según los requerimientos de la misma.

Para valorar los tratamientos se realiza una selección de criterios que ayuden como guía para conocer cuál es el que tiene mayores ventajas en espacio, construcción y diseño, costos, operación y eficiencia. Se tiene en cuenta que la empresa tiene como necesidad principal cumplir la normatividad pero que sus balances financieros no dan la eficiencia para un tratamiento que tenga costos muy altos o que necesite adecuaciones mayores. Con base a los criterios ya nombrados se selecciona la alternativa que tiene modificación en la trampa de grasa para que ésta cumpla con el objetivo de la misma, complementándola con un desengrasante que haga arrastre de grasas y aceites, un tratamiento coagulación-floculación que permita una sedimentación más grande y una desinfección para que el agua arrojada finalmente salga con la mayor limpieza posible. Una vez hecha esta selección se hace un test de jarras para medir las concentraciones de los reactivos elegidos de manera conceptual por sus ventajas.

Se procede a una especificación técnica de cada uno de los pasos del tratamiento de aguas, su distribución espacial según las medidas que tiene la empresa y los lugares que se pueden ocupar para dicho fin. Basados en éstas se plantea un estudio financiero para denotar la viabilidad que tiene el proyecto.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta para un sistema de tratamiento de aguas residuales de la Empresa FRANKFURT S.A.S.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar el estado de los vertimientos de la empresa FRANKFURT S.A.S. por medio de una caracterización.
- Seleccionar un sistema que cumpla con los requerimientos de la normatividad colombiana para el tratamiento de las aguas residuales.
- Especificar los equipos que se requerirán para el tratamiento seleccionado.
- Realizar el análisis financiero para la implementación del tratamiento de aguas residuales para la empresa.

## 1. GENERALIDADES

En éste capítulo se realiza la descripción del proceso que se lleva a cabo en la empresa FRANKFURT S.A.S., en la cual se detallan los equipos requeridos para la fabricación de sus productos.

### 1.1 MARCO TEÓRICO

Para la conservación de los seres vivos el agua seguirá siendo uno de los recursos naturales principales, es fundamental para todos los procesos industriales que luego de usarla la desechan; debido a esto deben ser evaluadas y controladas para que su impacto ambiental sea el mínimo posible, cuando las industrias asumen no hacer los tratamientos correspondientes a sus aguas y las arrojan a los alcantarillados están afectando su comunidad y el medio ambiente en general.

Para el caso puntual de las industrias cárnicas la carga orgánica y contaminante que se maneja es muy alta, debido a que en sus vertimientos habrá subproductos relacionados a sangre, piel, vísceras, partes de animales, entre otros, que generaran altos impactos negativos. En la Tabla 1 se muestra a manera de ejemplo los altos índices de contaminación que presentan las industrias relacionadas:

Tabla 1. Características de las aguas residuales de distintos tipos de Industrias cárnicas.

	Matadero Aves	Matadero vacuno, ovino, porcino	Industria cárnica integral	Salas despiece
Consumo de agua m <sup>3</sup> /t	7,5	8,2	5	1,8
DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /l	916	1.750	2.000	418
DQO mgO <sub>2</sub> /l	1.799	2.938	4.700	1.170
SS mg/l	390	647	834	375
NT mg/l		73		
PT mg/l		29		
Aceites y grasas mg/l		28		
Contaminación generada kgDBO <sub>5</sub> /t	6,2	12,2	12,5	0,7
DQO/DBO <sub>5</sub>	2	1,9	1,9	2,8

Fuente. AINIA. Mejores técnicas disponibles en la industria cárnica. 2015

Como se puede observar los altos niveles de contaminación de esta industria obligan a que sus tratamientos de aguas sean efectivos para que haya niveles de impacto mínimos en sus procesos de fabricación.

## 1.2 NORMATIVIDAD

Las autoridades ambientales en Colombia han expedido una serie de normatividades para que haya el mayor control y reducción en los vertimientos contaminantes de las industrias. En la actualidad el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, reglamentaron la resolución 631 de 2015, para que haya un control efectivo de sustancias contaminantes dentro de los vertimientos de diferentes industrias, con el fin de minimizar la contaminación en cuerpos de agua. Los sectores productivos que deben cumplir con la normatividad son las empresas prestadoras del servicio público de alcantarillado, actividades industriales, comerciales o de servicios, aquellas que tengan como servicio la elaboración de productos alimenticios y bebidas, fabricación y manufactura de bienes, actividades relacionadas con servicios.

La industria cárnica FRANKFURT S.A.S. está regida a cumplir esta normatividad con el fin de no verse afectada por sanciones o cierres, según la resolución 631 de 2015 los parámetros que deben cumplir las aguas residuales de una empresa del sector cárnico son

- pH: varía en una rango de 0 a 14 e indica la totalidad de acidez o alcalinidad que se presenta en una sustancia. De 0 a 6 serán sustancias ácidas, 7 un valor neutro y de 8 a 14 alcalinas.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): ésta medición usada para el tratamiento de aguas corresponde al volumen de oxígeno que se requiere para oxidar la fracción orgánica de una muestra.
- Demanda Biológica De Oxígeno (DBO): ésta medida corresponde a la cantidad del oxígeno requerido por oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia. Para obtener esto se requiere que en la muestra de agua estudiada se encuentren materiales del tipo orgánicos carbónicos, nitrógeno oxidable y compuestos químicos reductores.
- Sólidos Suspendidos Totales (SST): abarcan las sales inorgánicas como lo son, calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros, y sulfatos; también puede ser materia orgánica que se encuentre suspendida en el agua.
- Sólidos Sedimentables (SSED): es la cantidad de material que sedimenta de una muestra en un período de tiempo. Pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (ml/L) o de una masa (mg/L), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.
- Cloruros: son las sales mayoritariamente abundantes en aguas residuales y abastecimiento de las mismas. Las grandes cantidades de estos pueden causar corrosión y daños en las tuberías.
- Sulfatos: son las sales moderadamente solubles a muy solubles, las aguas dulces contienen de 2 a 150ppm y el agua de mar aproximadamente 3000ppm. Se debe

realizar un tratamiento por intercambio iónico para evitar incrustaciones de sulfato de calcio.

- **Grasas Y Aceites:** son sustancias que pueden ser de origen vegetal o animal, presentándose en estado sólido o líquido y compuesto por moléculas de ácido graso y una molécula de glicerol. (Cruz, Sierra; 2016)

### 1.3 TRATAMIENTO DE AGUAS

Las estrategias de control que se usen dentro de una planta deben ser efectivas y con alto rendimiento según las características de los efluentes y la empresa en general. Para tratar de manera óptima las aguas residuales, se eligen tratamientos que se adapten a las necesidades. Las etapas que puede tener un tratamiento efectivo son:

**1.3.1 Pretratamiento.** Se destina esta etapa para eliminar residuos que se puedan separar con facilidad, ya sea porque el tamaño lo permite o por su naturaleza. Es una etapa fundamental porque permitirá distribuir los materiales flotantes en el agua, también logra hacer remoción de partículas que puedan interferir en los posteriores tratamientos que se vayan a realizar.

**1.3.2 Tratamiento primario.** Para realizar éste tipo de tratamiento es necesario agregar alguna sustancia química, esto con el fin de que el agua se acondicione para un proceso a realizar. Éste tipo de tratamiento se relaciona con una clarificación, debido a que se busca provocar la creación de sólidos más grandes a través de pequeñas partículas, que quedaron del pre tratamiento, para que puedan ser sedimentables con facilidad, gracias al peso que contienen. (González, 2015). La relación que tiene la efectividad de este tratamiento se da con las condiciones del agua que se está tratando, sus características y la cantidad de agua que se tiene, esto marcará la eficiencia del mismo. Algunos de los procesos que se pueden usar dentro de un tratamiento primario son la coagulación, floculación y sedimentación.

- **COAGULACIÓN.** Los tratamientos de coagulación son utilizados para desestabilizar químicamente las partículas coloidales, esto se logra por medio de coagulantes químicos y energías de mezclado. Como ventaja presenta eficacia siendo un método comúnmente usado por su rápida eliminación de sustancias que tienen diferentes naturalezas y pesos; sin embargo como desventaja se encuentra el elevado gasto que conlleva al no realizarse de manera adecuada, además de una degradación de la calidad del agua que estamos utilizando. <sup>1</sup> Los mayores usos de éste tipo de tratamiento se encuentran en:

- Remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no se puede sedimentar rápidamente.

---

<sup>1</sup> CÁRDENAS Yolanda Andía. Tratamiento de agua, coagulación. 2000

- Remoción de color verdadero y aparente.
- Eliminación de bacteria, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación.
- Destrucción de algas y plancton en general.
- Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor, en algunos casos de precipitados químicos suspendidos en otros.

Para conocer de manera precisa este proceso se debe tener en cuenta las particularidades físicas y químicas del agua, la dosis del coagulante, la concentración del coagulante, el punto de aplicación del coagulante, la intensidad y el tiempo de mezcla y el tipo de dispositivo de mezcla. Los coagulantes que se pueden utilizar para los tratamientos de manera efectiva y común son:

- Sales de Aluminio: forman un aglomerado ligeramente pesado. El Sulfato de Aluminio,  $Al_2(SO_3) \cdot 14H_2O$  o Alumbre es el más usado, se utiliza por su bajo costo y manejo sencillo; el Sulfato de Aluminio Amoniacal y el Aluminato Sódico.
- Sales de Hierro: las sales de Hierro permiten tener un aglomerado más pesado y de mayor velocidad de asentamiento respecto a las sales de aluminio. Se utiliza el Cloruro Férrico,  $FeCl_3$ , y los Sulfatos de Hierro Férrico y Ferroso,  $Fe(SO_4)_3$  y  $FeSO_4$ .
- Polímeros o polielectrolitos: son compuestos de mayor complejidad, contienen alto peso molecular y son utilizados como ayudantes de coagulación. Se utiliza en concentraciones muy bajas dentro de los tratamientos lo que compensa sus altos costos, en la actualidad su uso mayoritario se encuentra en el tratamiento de aguas potables por tener la ventaja de una producción de lodos minoritaria, y aquellos producidos son tratados con mayor facilidad.<sup>2</sup>

- **FLOCULACIÓN.** En ocasiones el agua del tratamiento se presenta con partículas de tamaños muy pequeños, éstas forman una suspensión coloidal, éstas son las promotoras de la turbiedad y del color que tienen las aguas, por lo tanto los tratamientos de agua deben orientarse hacia la remoción de estas partículas, las cuales poseen una carga eléctrica negativa situada sobre su superficie. Estas cargas son llamadas primarias, atraen los iones positivos del agua, los cuales se adhieren fuertemente a las partículas y atraen a su alrededor iones negativos acompañados de una débil cantidad de iones positivos. El funcionamiento cinético consiste en que al agregar los coagulantes se inician reacciones hidrolíticas que adhieren iones a la superficie de las partículas para la formación de flóculos que comienzan a crecer a medida que pasa el tiempo. Esta variación dependerá del tamaño de las partículas y su estado dentro del agua, que será su grado de desestabilización.

- **SEDIMENTACIÓN.** Se trata de un proceso en el cual hay separación de tipo

---

<sup>2</sup> RESTREPO OSORNO Hernán Alonso. Evaluación del proceso de coagulación – floculación de una planta de tratamiento de agua potable. Universidad Nacional De Colombia. 2009

sólido-líquido, en la que las partículas sólidas dentro de las aguas residuales son más densas que el fluido en que se encuentran suspendidas, es un proceso natural por acción de la gravedad, en la que se hace un control por medio de la transferencia de movimiento. Sólo se puede realizar si las interacciones entre partículas son bajas sino no se debe recurrir a uno de los procesos tratados anteriormente.

**1.3.3 Tratamiento secundario.** Los tratamientos secundarios en los procesos de tratamientos de aguas tienen como objetivo estabilizar la materia orgánica que esté presente en el agua residual. Por lo general se usan procesos de tipo aerobios para que degraden la materia orgánica en presencia de oxígeno disuelto, el objetivo principal en éstos es acelerar los procesos naturales para la eliminación de residuos, permitiendo que las bacterias aeróbicas conviertan la materia orgánica en dióxido de carbono, agua, nitratos o fosfatos. Con éste proceso se generan nuevos tipos de materias que deben ser eliminados antes de la descarga del agua. Los tratamientos de mayor uso en esta etapa secundaria son: lagunas de estabilización, tratamientos con microorganismos, humedales artificiales, eliminación aerobia y anaerobia, lodos activados, biodiscos, trampas de grasas, entre otros.

- **DESINFECCIÓN:** éste procesos consiste en la eliminación de microorganismos de origen patógeno para que su crecimiento y posible reproducción se vea detenida o eliminada. Es uno de los procesos más importantes para los tratamientos de aguas porque además de desinfectar es capaz de suprimir contaminantes orgánicos que son el alimento de microorganismos y a su vez éstos suponen un foco de enfermedad para los seres humanos. La desinfección se puede llevar a cabo por tratamientos físicos y químicos como se puede observar en la tabla 2, todos sus procesos tienen sus ventajas, para los tratamientos de agua se pueden usar los más simples con el riesgo de no alcanzar a eliminar en su totalidad los agentes infecciosos.

Tabla 2. Sistemas y métodos de desinfección químicos y físicos.

<i>Métodos químicos</i>	<i>Comentarios</i>	<i>Ejemplos</i>
Cloro y sus derivados	Los mas empleados, tiene efecto residual	Compuestos de cloro, cloro gaseoso, dióxido de cloro
Bromo y derivados	Ocasionalmente se emplea	Bromo, óxidos de bromo
Yodo y derivados	Raras veces empleado	Yodo, hipoyodatos, yodatos
Peroxido de hidrogeno	Es una opción a la desinfección con cloro	Peroxido de hidrógeno
Sales metálicas	Se emplea para desinfectar alimentos, raras veces para desinfección de agua	Cobre, plata
Ácidos y Alcalis	Se emplea en procesos tales como proceso cal/soda ash y en reciclado de aguas	Cal, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico
Ozono	Después de la cloración es el método de desinfección mas frecuentemente empleado	gas ozono generado in situ
<i>Métodos Físicos</i>	<i>Comentarios</i>	
Radiación Ultravioleta	Producida por lámparas que emiten radiación con una frecuencia de 254 nm	
Calor	Sistema muy empleado en procesos de pasteurización o en desinfección casera	
Radiación gamma	Solo se emplea para esterilización de equipo, no para desinfección de aguas.	

Fuente. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas. 2010

- **TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS:** este tipo de tratamiento tiene como base la acción microbiana que se ejerce en el agua, con el fin de que haya descomposición de la materia orgánica suspendida y disuelta en aguas residuales. La carga orgánica que queda después del tratamiento primario sigue siendo elevada, los procesos que se deben usar son de tipo aerobios, para que el carbono actúe como fuente de energía. Otro proceso usado es la nitrificación y la conversión microbiana de amoníaco a nitrato. La descomposición anaerobia tarda más que los métodos aerobios, pero tiene como ventaja su efectividad en aguas que presenten un DBO alto. La clasificación de los procesos de tratamiento biológico se divide en dos grupos: los métodos naturales con requerimiento de grandes espacios, éstos son los tratamientos en el terreno y las lagunas de estabilización, y los métodos de ingeniería con poco espacio como requerimiento, dentro de esta categoría se encuentran los procesos de lodos activados, el filtro biológicos, los sistemas mixtos y los tratamientos anaerobios.
- **TRAMPA DE GRASA:** éste tipo de tratamiento es trazado y construido para que haya separación de las grasas y aceites de las aguas que salen del proceso, esto permite que el agua salga clarificada a los sistemas de alcantarillado. Es un sistema muy utilizado en las industrias alimenticias, 1 comprende tres cámaras, una de entrada, una de salida y estructuras de separación en medio de ellas, para formar una tercera cámara en la que la grasa y aceites quedan retenidos. El proceso consiste en que el agua que viene del proceso entra a la trampa, pasando por la primera cámara en la que quedan las grasas suspendidas, que pasan por el segundo compartimiento al ser más livianas que el agua. Se presenta simultáneamente el proceso de decantación, generando lodos en el fondo. En el tercer compartimiento el agua que sale viene con una menor cantidad significativa de grasas y aceites, saliendo clarificada.

## **1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

FRANKFURT S.A.S. es una empresa dedicada a la producción y distribución de alimentos derivados de carne de cerdo y res, su línea de fabricación incluye longaniza, chorizos, hamburguesas, jamones, salchichas, pavo, pernil de cerdo, rellena, salchichón, costilla de cerdo ahumada, entre otros. Tienen una trayectoria en el mercado a partir del año 2012, nace con la necesidad de procesar alimentos de alta calidad para satisfacer el mercado de consumidores que requieren productos cárnicos nutritivos, seguros e inocuos.

La planta de producción de FRANKFURT S.A.S., se encuentra ubicada en la, Barrio Class Roma, Bogotá. Cuenta con las instalaciones sanitarias para realizar actividades de recepción de materia prima y producto terminado, almacenamiento, área de molido, proceso, Cocción-fondos, cocción-hornos, área de empaque, cuartos fríos y despachos. (VER ANEXO B)

Se realizan labores de lunes a viernes, el día sábado se lleva a cabo el aseo general de la planta. Se realiza una producción diaria de 160kg en promedio con un máximo de 400kg, esto difiere de la cantidad de pedidos que haya de forma diaria, manteniendo un inventario corto.

## **1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

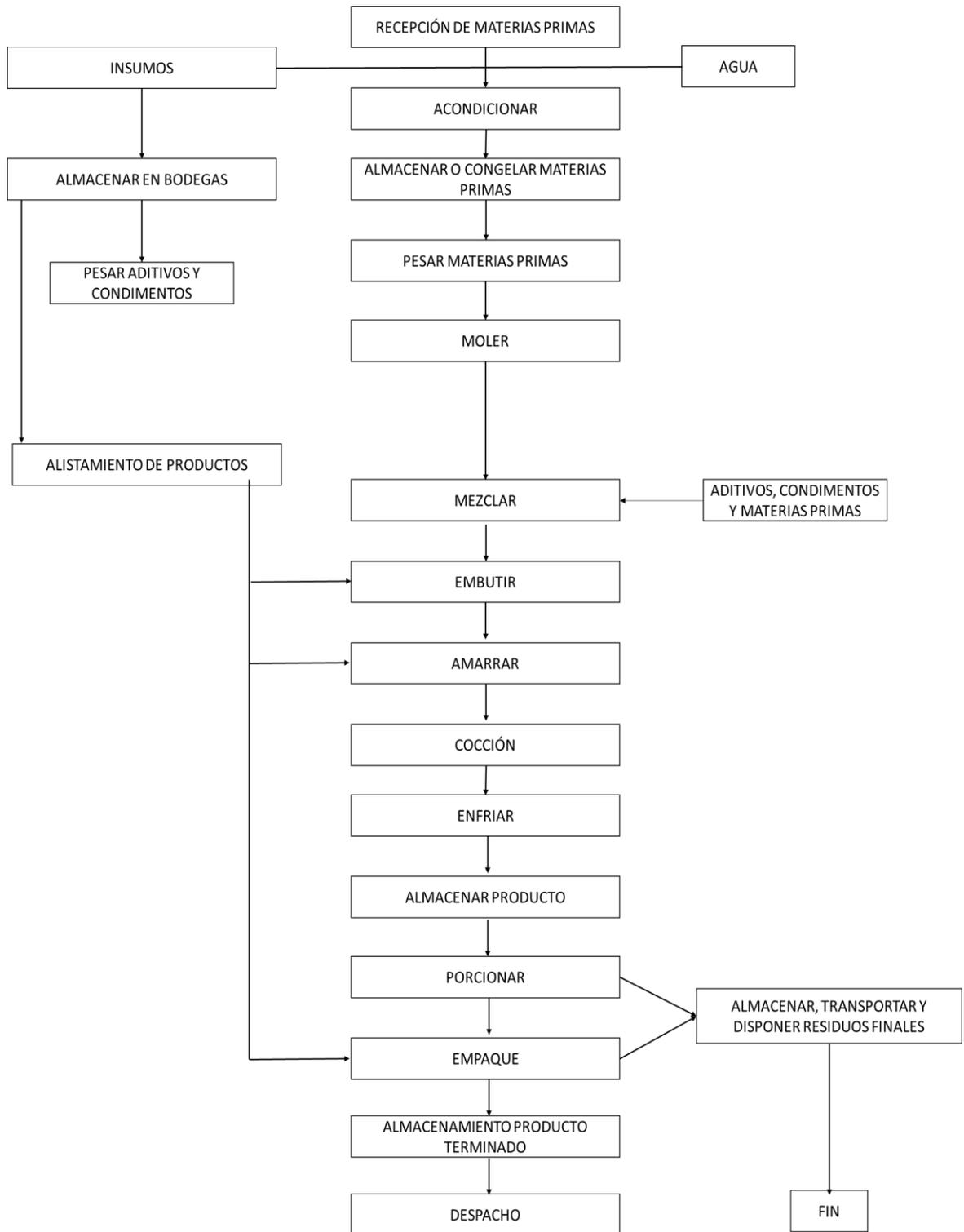
En la empresa FRANKFURT S.A.S. se realiza proceso de producción según la cantidad de pedidos que se tengan agendados o la proyección de los mismos. Se realizan embutidos de tipo: salchichas de diferentes calidades, carnes para hamburguesas, chorizos regulares y tipo coctel, longaniza, rellena, jamón, entre otros. Sus procesos son similares entre ellos, cambia la maquinaria que se usa para el proceso de elaboración de cada uno, y los tiempos de duración pero las bases de su preparación son las mismas. La materia prima fundamental, la carne llega a la empresa, es pesada e inventariada evaluando la calidad para su preparación y refrigeración, tomando la que sea necesaria para los procesos que se vayan a elaborar durante el día, esta pasa por el molino, para luego llevar al cutter junto con los aditivos (plasma líquido, sal, condimentos, conservantes, saborizantes, colorantes) formando una mezcla a la que se le pone fécula de maíz para lograr una pasta.

Esta pasta lograda en el proceso anterior va directamente a la embutidora, en ella hay tripa artificial o natural en la que se empaquetará, el sistema de éste equipo permite que se delimite la cantidad requerida y la medida que tendrá que obtenerse. Luego de salir de esta línea de producción se lleva a los procesos finales, primero a la zona de cocción, según sea su calidad, su requerimiento y el tiempo de cada producto. Realizado el proceso de cocción, se deja enfriar y reposar para ser ahumado o secado en horno. Cada producto que maneja la empresa tiene diferente

presentación, puede ser tajado o en bloque, aquellos que sean tajados como el jamón o la hamburguesa deben pasar primero por la tajadora; luego todos pasaran a un pesaje, empackado al vacío y etiquetado. La última parte del proceso es el inventario de los productos elaborados durante el día y la refrigeración y entrega de los mismos. La jornada de limpieza de equipos y planta en general se realiza al finalizar las jornadas y de manera más específica los sábados, siendo estos el último día de producción.

A continuación se muestra en la figura 1, un diagrama de bloques que describe el proceso a modo de resumen, dentro de la empresa FRANKFURT S.A.S.

Figura 1. Diagrama de bloques de empresa FRANKFURT S.A.S.



## 1.6 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

En la producción que se realiza en la empresa FRANKFURT S.A.S. se emplean los equipos que se describen a continuación, sin embargo entre cada producto cambia los tiempos de retención, materias primas y requerimientos.

**1.ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS:** se reciben de los diferentes proveedores las materias primas solicitadas, se verifican las condiciones de calidad (textura, color, olor) y las especificaciones requeridas. Se prosigue a realizar el registro y marcación para su posterior almacenamiento en los cuartos fríos. Los almacenamientos se realizan según llegan los pedidos para utilizar en el mismo orden.

**2.ALMACENAMIENTO:** los almacenamientos se realizan según llegan los pedidos para utilizar en el mismo orden. Se utilizan refrigeradores para materias primas y productos terminados; y bodegas para condimentos, aditivos, empaques. El equipo que se utiliza se describe a continuación

- **CUARTO FRIO MATERIAS PRIMAS:** es una cámara de almacenamiento de uso continuo, como se puede observar en la Figura 2, en la cual se encuentra un tablero de control y conexiones eléctricas, con aspas, bases de motor y con compresor hermético. con potencia de 220 Voltios, una presión de succión de 30Pa y utiliza un refrigerante llamado refrigerante 22. (FICHA TÉCNICA ANEXO C) <sup>3</sup>

Figura 2. Cuarto frio



---

<sup>3</sup> CUARTO FRIO. Tomado de: <http://www.refriplast.com/cuartos-frios>

**3.PESADO DE MATERIA PRIMA:** una vez la materia prima está refrigerada se saca la cantidad requerida para el proceso a realizar, se pesa en la balanza industrial y se lleva en canastillas cerradas para los diferentes procesos que se llevan a continuación. El equipo que se utiliza se describe a continuación:

- **BALANZA INDUSTRIAL:** la balanza industrial se relaciona en la Figura 3, tiene una media de plato de pesado de 600x490mm y un rango máx. de pesado de 300kg.<sup>4</sup>

Figura 3. Báscula



- **ÁREA DE MOLIENDA:** en ésta área se encuentran dos molinos, se arman y se coloca en la tolva la materia prima pesada, se ubica una canastilla para recoger la carne molida. El equipo que se utiliza se describe a continuación:
- **MOLINO:** como se puede observar en la Figura 4, es una máquina para moler carne, tiene un sistema de alimentación manual, con una velocidad de molino, con un disco 160, cuchillas y tornillo sin fin .Con una potencia de 220W.

---

<sup>4</sup> PCE-IBERICA. Catálogo Industrial de balanzas industriales. 2016

Figura 4. Molino



**4.ÁREA DE MEZCLADO:** se coloca la carne molida, acompañada de aditivos y colorantes. Se encuentran dos tipos de máquinas para realizar éste proceso:

- **MEZCLADORA:** se relaciona en la Figura 5, es una máquina de acero inoxidable, que tiene como función la homogenización de pastas, su uso continuo, sirve para mezclar toda clase de polvos y permite que haya adiciones hasta de un 20% de líquidos, cuenta con un voltaje de 220W. Capacidad 50 litros

Figura 5. Mezcladora



**5.ÁREA DE CUTTEADO:** se utiliza éste proceso para la fabricación de salchichas.

- **CUTTER:** pica finamente sin pérdida del sabor carnes, frutas y verduras. Como se observa en la Figura 6, tiene una Capacidad de 20 litros, 3 cuchillas. Está hecho en acero inoxidable. Tiene un motor 2HP y 110V Monofásico<sup>5</sup>

<sup>5</sup> CUTTER. Tomado de :<http://www.maquialimentos.com/linea-para-carnicos>

Figura 6. Cutter



**6.ÁREA DE EMBUTIDO:** el resultante del mezclado se coloca en ésta máquina, se programa según los requerimientos de lo que se quiere embutir y se da el inicio. La máquina que se utiliza para este proceso se describe a continuación:

- **EMBUTIDORA:** la embutidora tiene dos modelos de tolvas de carga con diferentes capacidades a su elección, puede ser 250litros tolva abatible o 350litros tolva abatible. Su capacidad de embutido es de 4.000kg/h, la presión máxima de embutido es 35 bar, el Peso que resiste son 1000 kg y la energía que requiere son 8 kW o 15 KW<sup>6</sup>, se relaciona en la Figura 7.

Figura 7.Embutidora



**7.ÁREA DE COCCIÓN-FONDOS:** éste proceso se realiza en tanques, primero se

---

<sup>6</sup> EMBUTIDORA. Tomado de :  
[http://www.rextechnologie.com/es/maschinenbau/produkte/vakuumfuellmaschinen/rvf740\\_2.htm](http://www.rextechnologie.com/es/maschinenbau/produkte/vakuumfuellmaschinen/rvf740_2.htm)

llenar de agua, revisando que su nivel sea el adecuado según lo que se requiera producir. Una vez verificado, se introduce el producto y se cierra el tanque de cocción, al terminar la actividad se retiran los productos cocidos y se pasan a la etapa de ahumado o enfriado según el producto. El agua sobrante es desechada mediante válvulas de salida a unos canales que llevan a la caja principal de vertimientos.

- **TANQUE DE COCCIÓN:** como se relaciona en la Figura 8, es un tanque utilizado para la cocción de productos cárnicos, su fabricación es en lámina de acero inoxidable. Su tiempo y consumo de gas 640-920 g/h <sup>7</sup>

Figura 8. Tanque de cocción



**8.ÁREA DE COCCIÓN-HORNOS:** los productos que requieren secar o ahumar se introducen al horno durante un tiempo programado, esto con el fin de dar la terminación que requiera el producto. No todos los embutidos pasan por dicho proceso.

- **HORNOS:** son construidos en acero inoxidable tipo sanitario, Incluyen 1 Carro para producto (Figura 9), su turbina de aireación 2HP, consume 220V, tiene un aislamiento térmico en puerta, pared y techo, tiene quemadores y es de tipo gas combinado. <sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> TANQUE DE COCCION. Tomado de: <http://arteinox.com.co/equipos-para-carnicos/156-tanque-para-coccion.html>

<sup>8</sup>HORNOS. Tomado de: <http://www.equipoempacadorasyrastros.com/maquinaria-para-empacadoras-horno-de-ahumado>

Figura 9. Hornos



**9.ÁREA DE ENFRIADO:** los productos llegan al cuarto de enfriamiento, el cual lo realiza a temperatura ambiente.

**10.EMPAQUE:** se empaican los productos dependiendo de su presentación, teniendo en cuenta su peso y/o unidades. Las máquinas relacionadas con éste proceso se describen a continuación:

- **TAJADORA:** se encuentra relacionado en la Figura 10, es el equipo utilizado para tajar carnes, de uso continuo, trabaja a 110W, se ubica en el área de empaques, construida en aluminio con cuchilla en acero inoxidable

Figura 10. Tajadora



- **SELLADORA AL VACÍO:** es de uso continuo, ubicada en el área de empaque, trabaja a 220W. Es construida en acero inoxidable (Figura 11), su función es sellar al vacío los productos.

Figura 11. Selladora al vacío



- **CUARTO FRIO TERMINADO:** es el cuarto final donde se realiza el determinado almacenamiento para la preservación de los productos, su uso es continuo, se ubica en el área de empaque, es un compresor abierto, con capacidad de 2,5 a 3HP, motor a 220V, motor condensador, 30Pa presión baja, 225Pa presión alta, usa gas refrigerante 22. (FICHA TÉCNICA ANEXO C)

## 12. DESPACHO:

- **TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN**
- **ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS:** los residuos del proceso y productos que no pasen las características normales de los mismos, se almacenan en canastillas especiales para verificarlos nuevamente. Las aguas residuales de cada área se transportan por medio de canaletas hacia trampas de grasa y posteriormente hacia la caja principal de efluentes.

## 2. DIAGNÓSTICO DE AGUAS EN LA EMPRESA

En éste capítulo se realiza el análisis correspondiente a las aguas residuales que está generando la empresa FRANKFURT S.A.S., éste se hace en base a la caracterización de la misma.

### 2.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL VERTIMIENTO

La empresa FRANKFURT S.A.S. cuenta con unas canaletas en cada una de sus áreas, que conducen las aguas residuales hacia cajas con trampas de grasa, que llevan las mismas a una caja principal de los efluentes de la empresa. En las trampas de grasa se recoge a la semana un aproximado de 6,185 kg de grasa. El agua residual que se está produciendo es el resultado del lavado de equipos, instalaciones y como tal del proceso de elaboración de los diferentes productos. La utilización y desecho del agua no es constante, tiene relación con la cantidad de producción que se esté llevando a cabo.

El lavado de equipos e instalaciones se realiza con agua potable, detergentes, desengrasantes, junto con un desinfectante que se le aplica a la cebolla, tomate, y demás legumbres; se realiza diariamente antes de comenzar las actividades, durante el desarrollo de las mismas si es requerida y al finalizar la jornada laboral.

Al ser una actividad relacionada con alimentos, requiere la mayor salubridad, cuando se realiza cambios de actividad de producción debe comenzar de cero en cuanto al aseo de equipos. Los días sábado se realiza jornada de aseo general en la que se desinfectan y asean con más detalle los equipos y planta.

La empresa cuenta en todas sus áreas con canaletas, como se muestra en la Figura 12, por donde fluye el agua que va desechando, éstas transportan el agua hacia las trampas de grasa cuyo objetivo principal es retener la mayor cantidad de sólidos por medio de un filtro. El líquido restante se dirige hacia la caja principal de aguas residuales, ubicada a la entrada de la planta.

Figura 12. Filtro de sólidos



La trampa de grasa que se relaciona en la Figura 13, es la encargada de retener las partículas que salen por las canaletas, cuenta con 3 entradas de agua y dos salidas, lo que hace que su funcionamiento no sea óptimo, la única función que realiza es retener el agua con grandes cantidades de desechos sólidos del proceso y dejarlas salir hacia el alcantarillado. Es una trampa de grasa que no está diseñada para cumplir las funciones de la misma, sino de una caja de inspección.

Figura 13. Trampa de grasa



## 2.2 BALANCE HÍDRICO DE LA EMPRESA

El balance que se realiza para la empresa FRANKFURT S.A.S. se hace con base en la cantidad de agua que se usa mensualmente para la producción y el lavado de equipos e instalaciones. La empresa no cuenta con anteriores análisis al respecto para tener en cuenta, es por ello que se realizan mediciones de tiempo vs volumen para saber que caudal aproximado se usa por los equipos, relacionado con el promedio de agua consumido según los recibos públicos y verificando con el registro inicial del medidor de agua al iniciar y al finalizar las jornadas laborales en diferentes días de producción; teniendo en cuenta un día de producción alta y otro día de producción baja.

La empresa realiza un consumo mensual de 43 m<sup>3</sup> de agua, teniendo un consumo diario de 1 m<sup>3</sup> de agua aproximadamente; siendo el porcentaje que se destina al lavado de equipos e instalaciones de la planta de 80% y 20% al requerimiento de los equipos de producción. Esta agua es utilizada como parte de cocción por lo que pasa a la fase vapor, su estimación no tiene certeza ya que una parte de esa agua es procesada por alimento para su posterior etapa de enfriado. En la Tabla 3 se observa la distribución de aguas por equipos, para el balance se realiza una aproximación de acuerdo a lo observado en gasto que se presenta por etapa distribuido en los diferentes equipos usados. Los porcentajes de la tabla 3 son determinados por el observador teniendo en cuenta el tamaño de las maquinas, el uso del agua de forma remanente como es el estufa industrial, uso de las maquinas en la mayoría de productos puesto que los equipos son lavados cada vez que varié el tipo de producto terminado para la empresa.

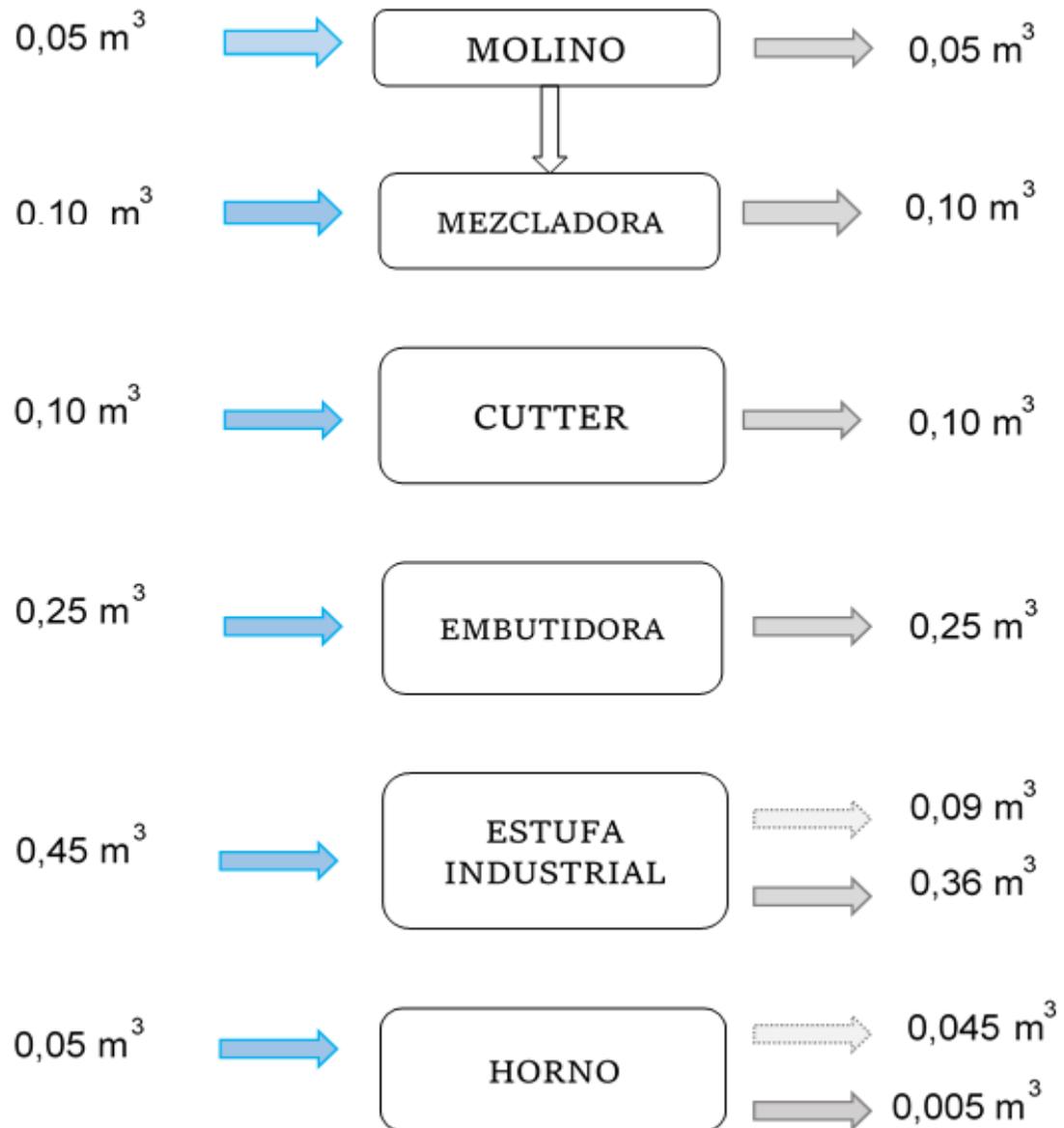
Tabla 3. Distribución de agua dentro de la empresa

Equipo	Porcentaje de distribución de agua
Molienda	5 %
Mezcladora	10%
Cutter	10%
Embutidora	25%
Estufa industrial	45%
Horno	5%

Teniendo en cuenta el gasto máximo en un día de alta producción es de 1 m<sup>3</sup> diario determinando la cantidad de agua por etapa, de acuerdo al porcentaje establecido por observador se calcula cantidad de esta, reflejado esto en la tabla de distribución, se hace un aproximado en ciertas etapas que presentan cambio de fase de acuerdo al equipo, se les genera una nueva estimación de ella, según la Figura 14 se describe el proceso del agua que entra a cada proceso y la que sale de forma residual.

La figura 14 describe el volumen del agua usado por equipo en cada una etapas teniendo en cuenta la función de ella en especial es la limpieza de los equipos, al inicio de cada operación

Figura 14. Proceso estimado del agua en cada operación



**Convenciones:**

-  Agua potable
-  Agua caliente
-  Vapor

Tabla 4. Balance Hídrico

Etapa	Agua potable	Agua residual	Observación del consumo
Molienda	0,05 m <sup>3</sup>	0,05 m <sup>3</sup>	Limpieza del equipo.
Mezcladora	0,10 m <sup>3</sup>	0,10 m <sup>3</sup>	Limpieza del equipo.
Empaque	0.25 m <sup>3</sup>	0.25 m <sup>3</sup>	Limpieza de equipo.
Cocción	0.45 m <sup>3</sup>	0.36 m <sup>3</sup>	Agua remanente para cocción y pérdida por evaporación aproximada del 20 %.
Secado	0,05 m <sup>3</sup>	0,005 m <sup>3</sup>	Evaporación del 90% del agua usada en la operación.

### 2.3 CURVA DE CAUDAL

Para la estimación de caudal, se llevó a cabo un aforo durante dos días, uno de mayor producción y otro de producción baja, esto con el fin de comparar los niveles del agua, se realizó en un recipiente de 14 litros, midiendo el tiempo de llenado. Se utiliza la Ecuación 1 para conocer el caudal estimado, donde V es volumen del balde aforado de 14 litros y t es el tiempo de llenado

Ecuación 1. Cálculo de caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

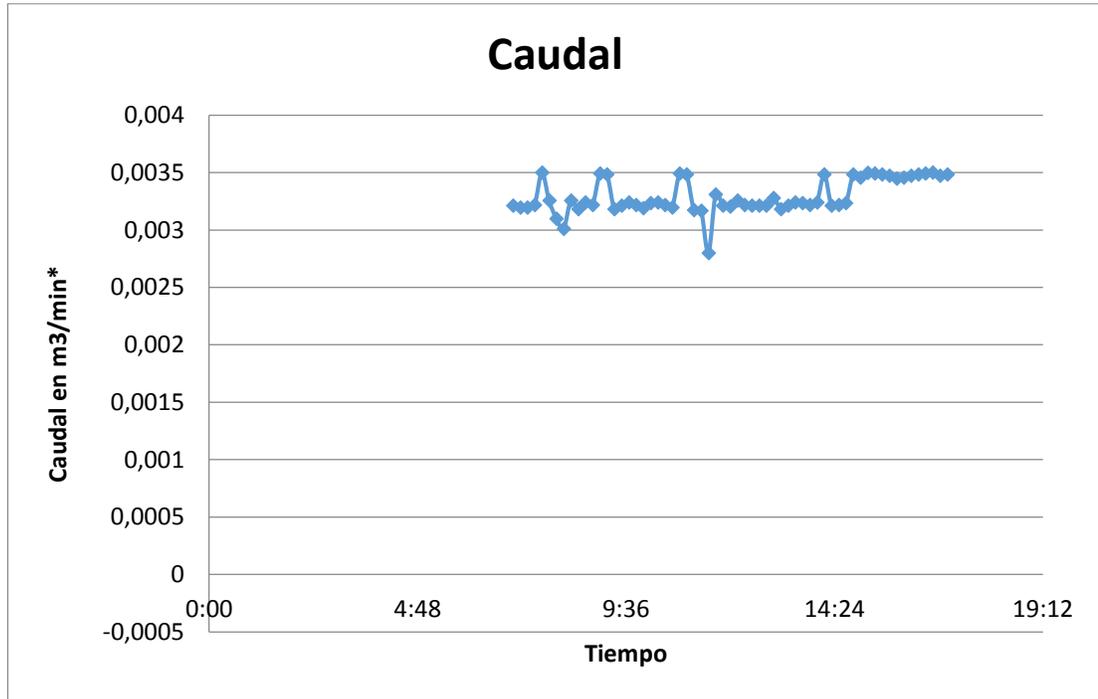
Q Caudal.

V Volumen del aforo del recipiente.

t Tiempo de llenado del recipiente.

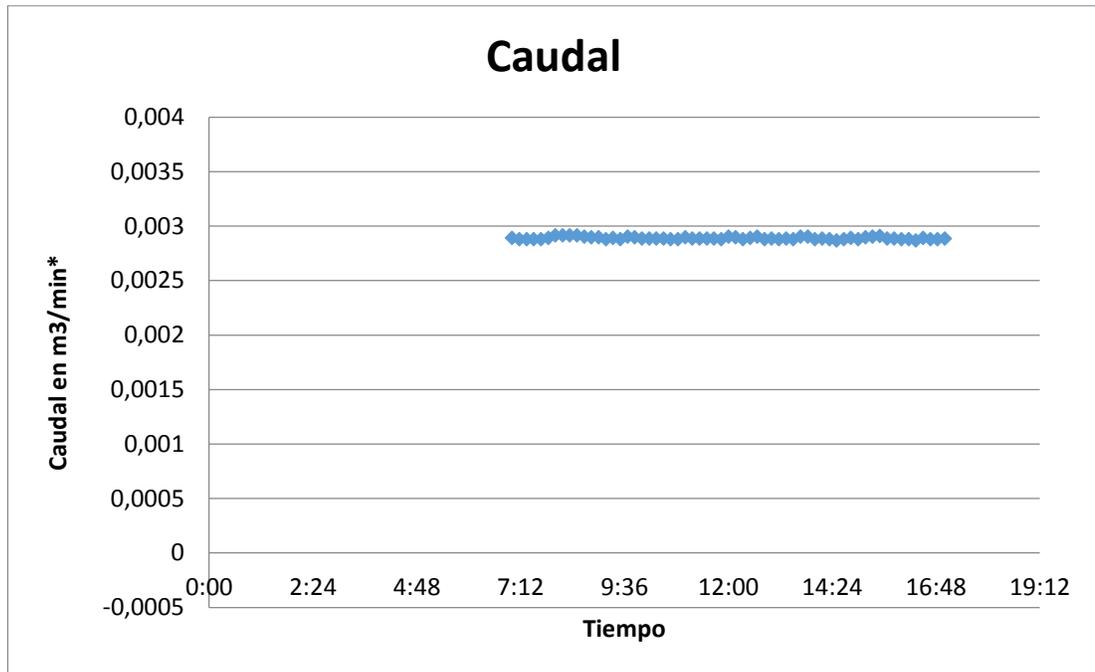
Se obtuvo una gráfica del día miércoles, el cual tiene picos de producción altos, en el que se hizo mediciones desde las 7:00am hasta las 5:00pm cada diez minutos. Como se evidencia en la Grafica 1 hay fluctuaciones bajas, no se tiene un caudal constante pero tampoco hay una dispersión alta de los datos.

Gráfica 1. Caudal medido día miércoles



Para el día lunes se realizó la misma experimentación, teniendo en cuenta que este día la producción es baja y el agua utilizada es principalmente para el lavado de equipos e instalaciones. Se observa en la Gráfica 2, picos de caudal altos a la medida que se iba usando agua para adecuación y producción. También causa influencia la presión que tiene el agua al llegar, acelera su velocidad y el tiempo disminuye.

Gráfica 2. Caudal medido día lunes



Teniendo en cuenta los días que se realizó la prueba se concluye que se trabajará con un Caudal promedio de 0,0033 m<sup>3</sup>/min.

En comparación, la gráfica 1 representa variación respecto a la gráfica 2 por ser un día de alta producción, el día lunes se cumplen funciones de limpieza y adecuación de planta, además se reciben los pedidos para el resto de semana. Se debe tener en cuenta que estos balances son estimados porque la empresa no maneja un plan de producción, la inconstancia de ésta puede generar cambios en los mismos. Se realizó el estudio los días lunes y miércoles por ser los sugeridos frente a las razones ya nombradas.

## 2.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S.

**2.4.1 Toma de muestras.** Se realizó un muestreo puntual de los efluentes de la empresa FRANKFURT S.A.S., en la caja de inspección, dicho análisis lo efectuó el laboratorio CONOSER LTDA, donde se observó que el agua residual es originaria de actividades del lavado de equipos, materia prima, cocción de alimentos y procesos de limpieza y desinfección, estas muestras fueron tomadas el día de mayor producción al final de la jornada, esto con el fin de que la concentración estuviera en un punto alto antes de ser dispuesto al alcantarillado. El análisis pretendía la evaluación de nueve parámetros: pH, Demanda química de Oxígeno DQO, Demanda Biológica de Oxígeno DBO, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos

Sedimentables, Cloruros, Sulfatos, Grasas y aceites, y temperatura.

Se llevó a cabo un muestreo por el personal calificado del laboratorio CONOSER LTDA, este constaba de dos partes, unos parámetros serían medidos directamente en la empresa y con las muestras de agua tomadas se evaluarían los restantes. El pH se midió a través de un potenciómetro digital calibrado con soluciones buffer de 4 y 7 unidades; la temperatura por medio de termómetro digital y los sólidos sedimentables en un cono imhoff. Los demás parámetros fueron estimados dentro del laboratorio con el agua transportada hasta allí. En la Tabla 5 se describe el muestreo para análisis de los vertimientos.

Tabla 5.Descripción del muestreo

Parámetro	Vol. de Muestra	Tipo de Muestra	Envase	Método Preservación
<b>DBO<sub>5</sub>, SST, Cloruros, Sulfatos.</b>	2 litros.	Puntual.	Vidrio Ámbar.	Refrigeración.
<b>DQO</b>	0,5 litros.	Puntual.	Vidrio Ámbar.	
<b>Aceites y grasas</b>	1 litro	Puntual.	Vidrio boca ancha.	
<b>pH, Temperatura</b>	100 ml	Puntual.	N.A.	Medición de campo.
<b>Sólidos sedimentables</b>	1 litro.	Puntual.	Cono imhoff.	Medición de campo.

Fuente. CONOSER LTDA.

**2.4.2 Técnicas analíticas usadas.** Las técnicas analíticas utilizadas fueron aprobadas por el IDEAM y por el método estándar para análisis de aguas y aguas residuales de la AWWA, APHA Y WEF, Ed 22, de la manera descrita en la Tabla 6.

Tabla 6. Técnicas analíticas

Parámetro	Método	Código	L. Detección	% Incert
Aceites y Grasas	Gravimétrico Extracción Soxhlet	5520 D	5 mg/L	7,40
Cloruros	Argentometrico	4500 B	5 mg/L	5,74
DBO <sub>5</sub>	Incubación 5 días/electrométrico	5210 B /4500 G	3 mg/L	9,20
DQO	Reflujo cerrado	5220 C	50 mg/L	5,50
pH	Potenciómetro	4500 B	NA	0,61
Solidos sedimentables	Cono imhoff	2540 F	0,5 ml/Lh	8,90
Solidos Suspendidos T	Gravimétrico	2540 D	5 mg/L	5,00
Sulfatos	Gravimétrico	4500 D	10 mg/L	4,90
Temperatura	Potenciometrico	2550 B	NA	NA

Fuente CONOSER LTDA.

Las técnicas utilizadas para la caracterización del agua se relacionan a continuación:

- Para la determinación del DBO, se hace una incubación por 5 días/electrométrico el cuál es un ensayo biológico que mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en el agua residual. Para realizar el ensayo se demandan condiciones de incubación en la oscuridad a 20°C por 5 días.<sup>9</sup>
- Para el análisis del DQO se usa un reflujo cerrado, que establece la materia orgánica que resulta oxidada por una mezcla a ebullición de los ácidos crómico y sulfúrico. Para realizarla la muestra se lleva a un reflujo en una solución ácida fuerte con un exceso de dicromato. Después de la digestión el dicromato no reducido se cuantifica para determinar la cantidad de dicromato consumido.<sup>10</sup>
- En el análisis de Grasas y aceites se somete a un proceso en el que se realiza una filtración sobre una matriz sólida absorbente para separar la fase viscosa o sólida, ésta se lleva a una extracción en un aparato soxhlet con solvente orgánico, posteriormente se pesa el residuo que queda de la evaporación del solvente, para determinar el contenido de grasas y aceites, pero esta determinación incluye sustancias de características similares.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> NAVARRO, Maria Olga. Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría. 2007

<sup>10</sup> DIAZ DE SANTOS. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. APHA. 1992

<sup>11</sup> BOJACA Rocio del Pilar. Determinación de grasas y aceites en aguas por el método soxhlet. 2007

- La técnica utilizada para determinar los sólidos sedimentables es el volumétrico, se agrega a un cono Imhoff agua residual por un tiempo determinado de 30 minutos, se deja sedimentar los sólidos y con ellos se puede determinar los sólidos en función de un volumen.<sup>12</sup>
- Los sólidos suspendidos en el agua residual se analizaron mediante la técnica de método gravimétrico, ésta consiste en la separación de las partículas sólidas por medio de un filtro de fibra de vidrio, a través del cual se hace pasar una muestra homogénea; el residuo que queda detenido se seca a 103-105°C. El aumento en el peso del filtro representa la cantidad de sólidos suspendidos totales.<sup>13</sup>
- Los Cloruros se analizaron por método argento métrico, es un tipo de técnica por precipitación, se utiliza para determinar iones cloruro y bromuro de metales alcalinos, magnesio y amonio.<sup>14</sup>
- La técnica utilizada para determinar sulfatos es gravimétrico con secado de residuos, El analito se evapora a una temperatura adecuada. El producto volátil se recoge y se pesa, para determinar la masa del producto por la pérdida de masa en la muestra<sup>15</sup>

**2.4.3 Resultados y análisis.** Los resultados de los análisis obtenidos en el campo y laboratorio se comparan con los límites establecidos en la resolución 3957 de 2009 (rigor subsidiario) y la resolución 0631 del 2015 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (ganadería de bovino, bufalino, esquino, ovino y o caprino-beneficio), como se observa en la Tabla 7.

---

<sup>12</sup> LABORATORIO CONOSER LTDA.

<sup>13</sup> HERNÁNDEZ Ana María. Sólidos suspendidos totales en agua secados a 103 – 105 °C. 2007

<sup>14</sup> APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. Medición de Cloruros por Argentometría, Método 4500 Cl- B – 1995.

<sup>15</sup> VARGAS Luz Yolanda, CAMARGO Jaime Humberto. Manual 4: prácticas de laboratorio de análisis químico I, Universidad Industrial de Santander. 2012

Tabla 7.Comparación resultados contra resolución

PARAMETRO	Muestra No. 51949	Resolución 06631/15	Cumplimiento
	Caja de inspección interna	MADS – Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio	
Aceites y Grasas (mg/L)	4,880	75 Max	No
Cloruros (mg/L)	239	500 Max	Si
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1,920	675 Max	No
DQO (mg/L)	5,220	1.350 Max	No
pH (unidades)	8,76	5 a 9	Si
SS (mL/L-h)	50,0	2,0 Max*	No
SST (mg/L)	2,910	225 Max	No
Sulfatos (mg/L)	< 10	500 Max	Si
Temperatura (mg/L)	20,1	30 Max*	Si

Fuente CONOSER LTDA.

Donde se concluye que el vertimiento de la caja de inspección interna de la charcutería FRANKFURT S.A.S., no cumple con las normas establecidas en la resolución 631 del 2015 del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, en lo referente a cloruros, pH, sulfatos y temperatura, e incumple en los aceites y grasas, materia orgánica (DBO y DQO), sólidos sedimentables, y sólidos suspendidos totales.

### 3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA UN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OBTENIDAS DE LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S

Según la caracterización de las aguas residuales de la empresa FRANKFURT S.A.S. se procede a realizar un análisis según la situación actual de los vertimientos y los requerimientos exigidos en la resolución 0631 del 2015 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, teniendo en cuenta que la empresa tiene sus propias exigencias económicas y de área a ocupar. En éste capítulo se analizarán las alternativas que pueden usarse en dicha industria alimenticia, escogiendo la que más se adapte a los criterios a evaluar.

#### 3.1 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS

La empresa FRANKFURT S.A.S. requiere un tratamiento que ayude a que sus aguas sean menos contaminadas, por lo tanto el que se realice comenzará a actuar de inmediato, y es el principal requerimiento de la empresa, puesto que ya tienen llamados de atención por sus altos índices de contaminación. En la caracterización y respectivo análisis se dio como resultado que el tratamiento de aguas debe actuar en los parámetros de grasas y aceites, DBO, DQO, SS Y SST que son los que están incumpliendo con la normatividad vigente, sin embargo los otros parámetros tienen niveles altos que pueden también incumplir en cualquier momento, el tratamiento debe mejorar a nivel general todos ellos.

- **TRAMPA DE GRASA:** se diseñan fundamentándose en la capacidad de almacenamiento requerida de kg de grasa. Son pozos de flotación donde la grasa y aceites es retenida en la superficie, mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. Sus ventajas y desventajas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas del tratamiento biológico

Ventajas <sup>16</sup>	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su diseño no tiene partes mecánicas, es similar a un tanque séptico.</li> <li>• El costo de éstas es bajo comparado con el de otros tratamientos y efectivo si se realiza de la forma adecuada.</li> <li>• Es de fácil mantenimiento, no requiere personal técnico para su manejo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aunque su eficiencia es aproximadamente del 90%, no se puede tomar como único tratamiento, puede ser un pre tratamiento o tratamiento primario dependiendo de la magnitud de los desechos.</li> </ul>

- **TRATAMIENTO BIOLÓGICO:** constituyen una serie de tratamientos, que tienen como factor común el uso de microorganismos, como son las bacterias, para aprovechar su actividad metabólica y eliminar componentes que no son deseables

<sup>16</sup> ZAPATA Natalia, HERNÁNDEZ Martha Liliana, OLIVEROS Edward Francisco. Tratamiento de aguas residuales. Universidad de Manizales.

en el agua. <sup>17</sup> Las ventajas y desventajas del tratamiento biológico se relacionan en el cuadro 2

Cuadro 2. Ventajas y Desventajas del tratamiento biológico

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de materia orgánica de carácter biodegradable.</li> <li>• Se puede eliminar compuestos que tienen nutrientes como N y P.</li> <li>• Es un tratamiento que tiene un costo menor a los que requieren reactivos químicos.</li> <li>• No deja que haya acumulación de grasas y aceite, disminuyendo los malos olores.</li> <li>• Promueve la eliminación de DBO Y DQO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al tener que contar con la naturaleza del agua, para saber la carga de electrones que se puede recibir, se deben hacer estudios previos que pueden generar costos sobre el tratamiento.</li> <li>• Los problemas que solucionan este tipo de tratamiento no son radicales.</li> <li>• Hay que colocar rejillas y mallas en los puntos donde se requiere que el tratamiento funcione.</li> </ul>

- **FILTROS BIOLÓGICOS:** los procesos de filtros biológicos son sistemas de lechos de diferentes materiales sobre los que se arroja o vierte de manera continua o intermitente un flujo de aguas residuales. Los lechos mantienen condiciones aeróbicas, a medida que las aguas residuales y el aire pasan por el lecho, se obtienen compuestos orgánicos y el agua puede salir clarificada.<sup>18</sup> Las ventajas y desventajas que se tienen con los filtros biológicos se relacionan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Ventajas y desventajas de los filtros biológicos

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los costos de inversión inicial y de posterior operación son bajos, por lo que suele ser atractivo para las industrias.</li> <li>• La operación de éste tipo de tratamientos es simple, por lo que no requiere de personal altamente calificado para su funcionamiento.</li> <li>• La eficiencia de éste tratamiento está entre 60% y 85%, dependiendo de las características del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su flujo debe ser constante.</li> <li>• No acepta grandes cantidades de tiempo sin recibir efluentes.</li> <li>• Su implementación requiere de espacios amplios que el reactor debe ocupar.</li> </ul>

- **FILTRACIÓN:** ésta operación permite que el agua pase por un medio poroso, así logra retener la mayor parte de materia en suspensión. Se usa generalmente acompañado por un primer paso que es la sedimentación, se puede manejar por medio de gravedad o presión. Para la filtración se presentan las ventajas y

<sup>17</sup> UNIVERSIDAD DE ALCALÁ. Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Madrid. 2006

<sup>18</sup> VALENCIA Guillermo. Filtros Biológicos. Universidad Del Valle. Cali, Colombia.

desventajas relacionadas en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Ventajas y desventajas de la filtración

Ventajas <sup>19</sup>	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite que haya un flujo normal, constante y que su rendimiento sea óptimo.</li> <li>• No es frágil, ni propenso a rupturas.</li> <li>• Sus micro ranuras pueden atrapar bacterias en la superficie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se utilizan temperaturas por encima de los 70°C la eficiencia puede verse perjudicada.</li> <li>• Únicamente hace retención de sedimentos.</li> </ul>

- **SEDIMENTACIÓN:** el objetivo principal con éste tratamiento debe ser reducir la concentración de los sólidos suspendidos y la carga orgánica. <sup>20</sup> Las ventajas y desventajas de la sedimentación están descritas en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Ventajas y desventajas de la sedimentación

Ventajas <sup>21</sup>	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>•La operación de este tipo de tratamiento no requiere un operador capacitado, se puede manejar de manera fácil por el empleado a cargo.</li> <li>•Su aplicación no requiere reactivos, lo que permite que sea económico</li> <li>•El sistema es simple, de fácil implementación y mantenimiento</li> <li>•Cuando se realiza sedimentación acelerada su recuperación es más rápida y su costo menor.</li> <li>•La inversión que se realiza es baja, lo que permite que sea eficiente para la empresa</li> <li>•Su vida útil tiende a ser hasta un máximo de 20 años y la eficiencia que maneja es de un 95%</li> <li>•Se construye en aceros inoxidable, que permiten que su durabilidad sea mayor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•La sedimentación es un proceso natural, industrias con grandes cantidades de flujo no pueden usarla, muchas la usan como un pre-tratamiento.</li> <li>•Es importante conocer la densidad y floculación de los sólidos flotantes en el agua residual, si son bajos la sedimentación debe ser de gran envergadura y alta resistencia lo que genera que los costos sean altos en su inversión primaria</li> <li>•Cuando se decide hacer una sedimentación acelerada sus costos aumentan igual que el personal que debe manejarlos.</li> </ul>

<sup>19</sup> FILTRACIÓN. Tomada de [www.aguatec.com.co/sistemas-de-filtracion/cartuchos-y-carcasas/19-polydepth](http://www.aguatec.com.co/sistemas-de-filtracion/cartuchos-y-carcasas/19-polydepth)

<sup>20</sup> MENÉNDEZ GUTIÉRREZ Carlos, PÉREZ OLMO Jesús M., Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales. Ed. Universitario. 2007

<sup>21</sup> UNIVERSIDAD DE ALCALÁ. Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Madrid. 2006

- **COAGULACIÓN<sup>22</sup>**: son tratamientos usados para crear una desestabilización química, a través de productos especializados para este fin. Las ventajas y desventajas se relacionan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Ventajas y desventajas de la coagulación

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Es un método que presenta eficacia, por su rápida actuación en sustancias con diferentes pesos y naturalezas.</li> <li>•Remueve materia orgánica e inorgánica, que no sedimenta con facilidad.</li> <li>•Elimina bacterias, virus y organismos patógenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El agua a tratar puede degradarse.</li> <li>•Su costo puede aumentar si no se implementa de manera adecuada.</li> </ul>

- FLOCULACIÓN<sup>23</sup>**: el tratamiento para aguas residuales por floculación puede ser complementario al de coagulación; al agregar el floculante se presentan reacciones hidrolíticas para hacer una posterior formación de floculos que pueden extraerse de manera más rápida. Para relacionar las ventas y desventajas de la floculación se puede observar el cuadro 7.

Cuadro 7. Ventajas y desventajas de la floculación

Ventajas <sup>24</sup>	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Al aplicar el floculante el proceso es más rápido que una decantación y permite una mayor carga de sólidos en el agua.</li> <li>•Su operación es simple por lo que no requiere de personal altamente calificado.</li> <li>•Los reactivos que se emplean se consiguen de forma fácil.</li> <li>•Puede usarse para concentraciones de contaminantes altas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•La eficacia es alta, sin embargo pueden producir lodos que deben ser tratados nuevamente.</li> <li>•Necesita de planes de manejo de lodos.</li> <li>•Cuando las concentraciones de contaminación son bajas, su eficiencia suele disminuir, necesitando más adición de químico y aumentando su costo.</li> </ul>

### 3.2 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRES FRANKFURT S.A.S.

Se hace la evaluación de la mejor alternativa para el tratamiento de aguas residuales de la empresa FRANKFURT S.A.S. Con base a la caracterización de las aguas, y la revisión bibliográfica. Teniendo en cuenta una matriz de Pugh que

<sup>22</sup> ANDÍA CÁRDENAS Yolanda. Tratamiento de agua, coagulación y floculación. Lima. 2000

<sup>23</sup> RESTREPO OSORNO Hernán Alonso. Evaluación del proceso de coagulación – floculación de una planta de tratamiento de agua potable. Universidad Nacional De Colombia. 2009

<sup>24</sup> GOBIERNO DE CHILE CONAMA. Tecnologías de coagulación y/o floculación.2006

evaluará los criterios: área, construcción y diseño, costos, operación y eficiencia; basados en los requerimientos de la empresa y el cumplimiento de la norma.

### 3.2.1 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

Una vez especificados los tratamientos de agua con sus respectivas ventajas y desventajas se clasifican como se observa en el cuadro 8, según su orden de aplicabilidad:

Cuadro 8. Clasificación de Tratamientos de agua

PRE TRATAMIENTO	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO SECUNDARIO
Tamices Filtro (Rejilla de desbaste) Desengrasantes	Coagulación Floculación	Tratamientos biológicos Trampas de grasa

Se obtienen cuatro alternativas para tratar las aguas residuales, las cuales se clasifican según el cuadro 9.

Cuadro 9. Alternativas para el Tratamiento de aguas

ALTERNATIVA 1	Tamices, Coagulación-floculación, Tratamientos biológicos
ALTERNATIVA 2	Filtro (Rejilla de desbaste), Coagulación-floculación, Trampas de grasa
ALTERNATIVA 3	Desengrasante, Coagulación-floculación, Tratamientos biológicos, Trampa de grasa
ALTERNATIVA 4	Filtro (Rejilla de desbaste), Desengrasante, Coagulación-floculación, Trampa de grasa

### 3.2.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los criterios para seleccionar los tratamientos de aguas tienen relación directa con los requerimientos de la empresa, para la evaluación de los mismos se tendrá en cuenta el área, construcción y diseño, costos, operación y eficiencia. Según éstos se procederá a realizar una matriz de PUGH, que apoyará la búsqueda de la mejor alternativa, priorizando los criterios que van a aportar más valor de una manera cuantitativa. Para hacer dicha evaluación a lo largo de los criterios se fijará una valoración +1 si es mejor que el criterio base o -1 si es peor, 0 para el caso de ser

similares es importancia.<sup>25</sup>

• **Área, construcción y diseño:** la empresa FRANKFURT S.A.S. cuenta con un área reducida para el manejo de los tratamientos, por lo que la alternativa que mejor se plantee debe ser la que pueda hacerse en el perímetro más pequeño posible. Según la matriz PUGH el criterio base será el conjunto de tratamientos que ocupen un área igual o menor a 2m<sup>2</sup>, sobre éste se evaluarán las diferentes alternativas.

Cuadro 10. Calificación según espacio, construcción y diseño

	OBSERVACIÓN	CALIFICACIÓN
ALTERNATIVA 1	El área de un tamiz para tratamiento de aguas tiene un aproximado de 0,69m <sup>2</sup> <sup>26</sup> , para la coagulación-floculación un tanque de sedimentación con un área de 1m <sup>2</sup> aproximadamente donde se realizan los tratamientos biológicos.	1
ALTERNATIVA 2	Las rejillas de desbaste se colocan al finalizar cada salida de agua, lo que no genera un área adicional, la coagulación-floculación como ha sido descrita tiene un área de 1m <sup>227</sup> , adicional a esto se cuenta con una modificación a la trampa de grasa, que ocupara un área de 1m <sup>2</sup> , según el planteamiento.	0
ALTERNATIVA 3	El desengrasante y los tratamientos biológicos no generan área a ocupar, la coagulación-floculación, junto a la trampa de grasa arrojan un aproximado de 2m <sup>2</sup>	0
ALTERNATIVA 4	El desengrasante se vierte sobre las aguas residuales, las rejillas de desbaste van al finalizar cada tubo de salida, el tanque de sedimentación ocupa un área de 1m <sup>2</sup> para hacer el tratamiento de coagulación-floculación y la modificación a la trama de grasa tiene un estimado de 1m <sup>2</sup> .	0

Como se evidencia en el cuadro 10, todas las alternativas pueden ser acordes para el tratamiento, por que ocupan un rango de espacio adecuado, haciendo que la construcción y el diseño sean factibles.

• **Costos:** se evalúan las alternativas, en relación a la matriz escogida, teniendo como criterio base, que el presupuesto sea menor o igual a \$4.000.000 aproximadamente. Para dicha evaluación en la coagulación- floculación se toma como referencia el precio del sulfato de aluminio en una presentación de 25kg ya que se requiere para una industria que todos los días tiene producción, en los

<sup>25</sup> RAMOS P., GARCÍA M., HOYOS J., OLIVEROS C., SANZ J., Aplicación de una Metodología Estructurada para el Diseño de un Sistema de Cosecha Selectiva de Café. Universidad Tecnológica de Pereira. 2015

<sup>26</sup> Tomado el día 26 de Enero de: [www.dimasagrupo.com/wp-content/uploads/2017/05/Tamicces-Rotativos-Dim-Water.pdf](http://www.dimasagrupo.com/wp-content/uploads/2017/05/Tamicces-Rotativos-Dim-Water.pdf)

<sup>27</sup> Tomado el día 22 de Enero de: [www.homecenter.com.co](http://www.homecenter.com.co)

tratamientos biológicos se proyecta el Biodyne 301 Agroindustrial en litro como la presentación más pequeña que se maneja, al igual que su mantenimiento. La modificación y costo de la trampa de grasa es un precio que se describe en el capítulo que corresponde a éste, al igual que las condiciones del tanque de sedimentación, las rejillas que se refieren son para 4 diferentes salidas de agua.

Cuadro 11. Calificación Alternativa 1 según costos

Alternativa 1		
Tamices	Tamiz Rotativo Separa sólidos de líquidos, con retención entre 0,1 y 3 mm <sup>28</sup>	\$15.000.000
Coagulación-Floculación	Sulfato de Aluminio 25Kg \$37.000 Tanque de sedimentación 1000L \$253.000	\$290.000
Tratamientos biológicos	Biodyne 301 Agroindustrial Litro: \$10.000 Mantenimiento del microorganismo Mínimo: \$700.000	\$710.000
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$16.000.000</b>

El cuadro 11 referencia los costos de la alternativa 1 que cuenta con un tratamiento que es el Tamiz rotativo que debido a su eficacia y tamaño tienen unos precios muy altos, éste hace separación de sólidos y líquidos con retención entre 0,1 y 3 mm, lo que hace que sea ideal para la empresa FRANKFURT S.A.S., sin embargo su precio hace que la alternativa suba los costos totales obteniendo un nivel de -1.

Cuadro 12. Calificación Alternativa 2 según costos

Alternativa 2		
Filtración ( Rejilla de desbaste)	4 Rejillas \$12.000	\$48.000
Coagulación-Floculación	Sulfato de Aluminio 25Kg \$37.000 Tanque de sedimentación 1000L \$253.000	\$290.000
Trampa de grasa	Modificación \$3.000.000	\$3.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$3.338.000</b>

En el cuadro 12 se alcanza un presupuesto que es adecuado para el criterio base que se propone, la calificación es 1 por mejorarlo.

Cuadro 13. Calificación Alternativa 3 según costos

<sup>28</sup> Tomado el día 26 de Enero de : [www.depuradorasdeaguas.es/Tamiz-rotativo-2450](http://www.depuradorasdeaguas.es/Tamiz-rotativo-2450)

Alternativa 3		
Desengrasante Industrial CONSUME LIQ	Desengrasante Industrial 1Ga \$103.000	\$103.000
Coagulación-Floculación	Sulfato de Aluminio 25Kg \$37.000 Tanque de sedimentación 1000L \$253.000	\$290.000
Tratamientos biológicos	Biodyne 301 Agroindustrial Litro: \$10.000 Mantenimiento del microorganismo Mínimo: \$700.000	\$710.000
Trampa de grasa	Modificación \$3.000.000	\$3.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$4.103.000</b>

El cuadro 13 da a conocer un tratamiento de aguas completo, que en cuanto a costos se pasa del presupuesto planteado. Se debe evaluar con respecto a otros criterios sin embargo para éste obtiene una calificación de -1.

Cuadro 14. Calificación Alternativa 4 según costos

Alternativa 4		
Filtración ( Rejilla de desbaste)	4 Rejillas \$12.000	\$48.000
Desengrasante Industrial CONSUME LIQ	Desengrasante Industrial 1Ga \$103.000	\$103.000
Coagulación-Floculación	Sulfato de Aluminio 25Kg \$37.000 Tanque de sedimentación 1000L \$253.000	\$290.000
Trampa de grasa	Modificación \$3.000.000	\$3.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$3.441.000</b>

Los costos de la alternativa 4 que se obtienen mediante el cuadro 14, relacionan un tratamiento de aguas que combina cuatro pasos se obtiene una valoración de total de 1 al superar el criterio estimado en la base.

- **Operación:** dentro de éste ítem, que se relaciona en el cuadro 15, se evalúan los aspectos relacionados con el mantenimiento de cada alternativa, teniendo en cuenta que tan calificado se necesita que esté el personal para el desarrollo de cada tratamiento.

Cuadro 15. Calificación según operación

	Observación	Calificación
Alternativa 1	El tamiz requiere de una limpieza interna manual para retirar el material desechado, la dosificación y el tiempo de retención debe hacerse de manera precisa y haber personal que remueva los sólidos que van quedando y el tratamiento biológico dentro de la trampa de grasa. Se requieren visitas de personal intermitente de acuerdo a los tiempos de retención. <sup>29</sup> Los tratamientos biológicos requieren de mantenimiento por parte de la empresa con la que se adquiere el microorganismo. <sup>30</sup>	-1
Alternativa 2	Las rejillas de desbaste deben contar con una limpieza periódica que no genera mayor problema para hacerla, al igual que la trampa de grasa. <sup>31</sup> Para la sedimentación se tiene en cuenta su dosificación y correcta capacitación.	0
Alternativa 3	Los tratamientos biológicos requieren mantenimiento del microorganismo, los tratamientos complementarios de ésta han sido descritos requiriendo capacitación mínima para los empleados a cargo.	-1
Alternativa 4	Los tratamientos de aguas que solicitan esta alternativa, rejillas de desbaste, desengrasante, coagulación-floculación, trampa de grasa tienen la necesidad de una capacitación para los empleados, sin embargo no demandan profesionales para su aplicación continua. <sup>32</sup>	1

- **Eficiencia:** para la evaluación de la eficiencia se va a tomar como criterio base un porcentaje ponderado que abarque el 75%-85%.

La Alternativa 1 (Cuadro 16) resume la eficiencia de los tratamientos que se proponen, tiene una eficiencia alta, sobrepasando el criterio base. Los tratamientos biológicos tienen alta efectividad dentro de un sistema de tratamiento de aguas gracias a que degradan fácilmente la DBO y la DQO presente, los tamices son eficaces por el mecanismo de separación que tienen.

<sup>29</sup> ORELLANA J, Tratamiento de las aguas. Ingeniería Sanitaria. 2005

<sup>30</sup> FICHA TÉCNICA BIODYNE® 301. Tomada de Página web: <http://www.biodyne.com>

<sup>31</sup> OROZCO A., Bioingeniería de aguas residuales. ACODAL.

<sup>32</sup> UNIÓN TEMPORAL ACUAMBIENTAL. Elaboración del plan de manejo ambiental. 2008

Cuadro 16. Calificación Alternativa 1 según eficiencia

Alternativa 1		
Tamices <sup>33</sup>	Tamiz Rotativo Separa sólidos de líquidos, con retención entre 0.1 y 3 mm	90%
Coagulación-Floculación <sup>34</sup>	Sulfato de Aluminio	80%
Tratamientos biológicos <sup>35</sup>	Biodyne 301 Agroindustrial	98%
EFICIENCIA TOTAL		89,3 %

Cuadro 17. Calificación Alternativa 2 según eficiencia

Alternativa 2		
Filtración ( Rejilla de desbaste) <sup>36</sup>	4 Rejillas	93%
Coagulación-Floculación <sup>37</sup>	Sulfato de Aluminio	80%
Trampa de grasa <sup>38</sup>	Modificación	90%
EFICIENCIA TOTAL		87,7%

La alternativa 2 tiene una calificación de 1 al superar el criterio base (Cuadro 18) la rejilla de desbaste cumple la función de retener los sólidos gruesos del agua residual, no sólo reduciendo la carga contaminante sino evitando obstrucciones en los tratamientos que siguen, esto hace que la eficiencia del tratamiento sea acorde a lo que se busca implementar.

<sup>33</sup> GARCIA Edmundo. Militamices como sistema de pre-tratamiento. CEPIS. 2000

<sup>34</sup> ANDÍA CÁRDENAS Yolanda. Tratamiento de agua, coagulación y floculación. Lima. 2000

<sup>35</sup> FICHA TÉCNICA BIODYNE® 301. Tomada de Página web: <http://www.biodyne.com>

<sup>36</sup> Tomado el día 26 de Enero : [www.depuraciondelagua.com/rejas-de-desbaste](http://www.depuraciondelagua.com/rejas-de-desbaste)

<sup>37</sup> ANDÍA CÁRDENAS Yolanda. Tratamiento de agua, coagulación y floculación. Lima. 2000

<sup>38</sup> DURMAN. Ficha técnica Trampa de grasa. 2012

Cuadro 18. Calificación Alternativa 3 según eficiencia

Alternativa 3		
Desengrasante Industrial CONSUME LIQ	Desengrasante Industrial	90%
Coagulación-Floculación	Sulfato de Aluminio	80%
Tratamientos biológicos <sup>39</sup>	Biodyne 301 Agroindustrial	98%
Trampa de grasa <sup>40</sup>	Modificación	90%
<b>EFICIENCIA TOTAL</b>		<b>89,5%</b>

El cuadro 19 muestra un tratamiento con 4 alternativas, el desengrasante permite arrastrar las grasas que se encuentran en el agua evitando obstrucciones en la tubería, la coagulación- floculación junto a la trampa de grasa hacen que haya una sedimentación correcta y el tratamiento biológico degrada la materia sobrante. Su eficiencia es alta, obteniendo 1 de calificación.

En el cuadro 19 se obtiene una calificación de 1 frente a la alternativa propuesta, ésta consiste en unas rejillas de desbaste que permiten que el agua llegue sin la mayor cantidad de solidos posibles, trabaja junto al desengrasante para arrastrar la grasa dentro de las tuberías, la coagulación-floculación y trampa de grasa, permiten sedimentar y hacer que el agua salga clarificada a sus vertimientos.

Cuadro 19. Calificación Alternativa 4 según eficiencia

Alternativa 4		
Filtración ( Rejilla de desbaste)	4 Rejillas	93%
Desengrasante Industrial CONSUME LIQ	Desengrasante Industrial	90%
Coagulación- Floculación	Sulfato de Aluminio	80%
Trampa de grasa <sup>41</sup>	Modificación	90%
<b>EFICIENCIA TOTAL</b>		<b>88,25%</b>

### 3.2.3 MATRIZ DE SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

A continuación se realizó una matriz final de Pugh, en la que se relacionó los resultados de cada uno de los criterios, frente a las alternativas; se obtuvo un resultado total sumando su respectiva puntuación, esto se relaciona en la tabla 27

<sup>39</sup> FICHA TÉCNICA BIODYNE® 301. Tomada de Página web: <http://www.biodyne.com>

<sup>40</sup> DURMAN. Ficha técnica Trampa de grasa. 2012

<sup>41</sup> DURMAN. Ficha técnica Trampa de grasa. 2012

Tabla 8. Matriz de evaluación final de las alternativas

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Área, construcción y diseño	1	0	0	0
Costos	-1	1	-1	1
Operación	-1	0	-1	1
Eficiencia	1	1	1	1
Total	0	2	-1	3

Se hizo el desarrollo de la respectiva matriz para la selección de la alternativa que será la utilizada en el tratamiento de aguas residuales de la empresa FRANKFURT S.A.S., se escogió la Alternativa 4, que obtuvo la suma de 3 siendo la apropiada frente a la calificación de criterios elegidos, los cuales fueron eficiencia, costos, operación, área, construcción y diseño. La alternativa escogida lleva en su proceso de tratamiento un filtro que es una rejilla de desbaste, para que el agua llegue con poca cantidad de material sólido a la trampa de grasa, un desengrasante Industrial para ayudar a que el vertimiento tenga mayor flujo y no haya atascamientos ni quede pegada la grasa a las tuberías, una trampa de grasa que con modificaciones a la existente quedara lista para servir y satisfacer los objetivos de la misma, una coagulación y floculación que de la mano permitirán una rápida decantación, ésta se hará en un tanque sedimentado que liberara el agua clarificada hacia el alcantarillado.

El desarrollo facilitará la optimización del área a utilizar, acorde a las condiciones de la planta; el presupuesto de \$3.441.000 es acorde a las expectativas de la empresa para que pueda ser implementado de manera inmediata. La eficiencia global es de 88,25% y su operación no requiere de personal altamente calificado, desde que el proceso se entienda su implementación se hará de manera sencilla por parte de los empleados.

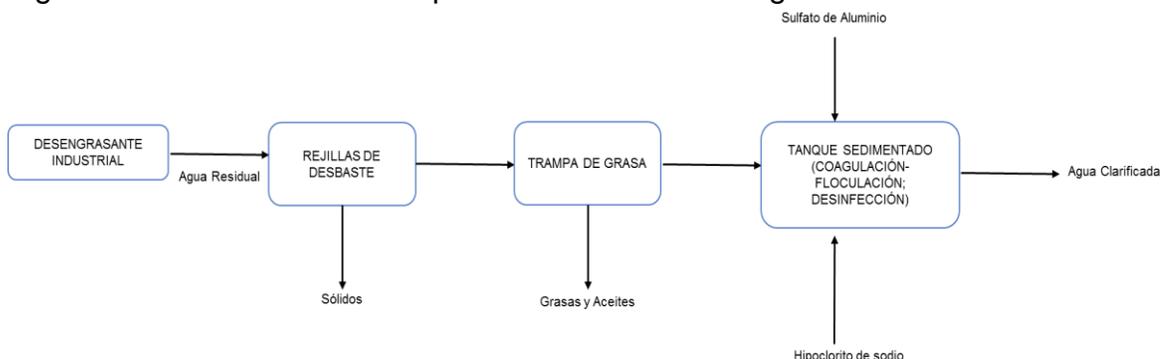
## 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En éste capítulo se hará una recopilación de los equipos y los reactivos que se deben usar para el desarrollo de la alternativa que se escogió, se hace un dimensionamiento basados en las condiciones espaciales de la empresa y los requerimientos para el tratamiento de aguas.

### 4.1 ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS

El sistema de tratamiento de aguas escogido para la empresa FRANKFURT S.A.S. se puede apreciar en la figura 15, consta de un desengrasante industrial que se usa para arrastrar grasas y evitar los taponamientos formados en las tuberías, una rejilla de desbaste que permite atrapar los sólidos que traen consigo los vertimientos de agua, una modificación a la trampa de grasa para que cumpla con los objetivos de la misma, la implementación de un tanque de sedimentado en el que se hará un tratamiento de coagulación-floculación por medio de sulfato de aluminio y se procederá a eliminar a los alcantarillados el agua clarificada.

Figura 15. Proceso alternativa para el tratamiento de aguas



### 4.2 REJILLA DE DESBASTE

Es considerado un tratamiento preliminar para las aguas residuales, su finalidad es retener sólidos gruesos, de dimensiones relativamente grandes, estos mismos pueden estar en suspensión o flotantes. Es la primera unidad que se usa en un tratamiento. Su aplicación ayuda a proteger contra obstrucciones las otras fases que se pueden implementar, contribuyen a mejorar la apariencia de la planta y a reducir el volumen de espuma que se puede generar. Las rejillas de desbaste pueden ser de limpieza manual o mecánica. Las sencillas, de limpieza manual son empleadas en industrias pequeñas, que necesiten hacer retención de sólidos de dimensiones pequeñas a medianas.

Las rejillas de desbaste a utilizar son de limpieza manual, de 20mm de paso, para que no haya taponamientos ni reducción de caudal en la planta. Este rango hace

que quede entre un 75% a un 80% de materia orgánica. <sup>42</sup> Para las tuberías de la empresa, las rejillas que se pueden usar son elaboradas en poliéster reforzado en fibra de vidrio y bocas de hombre en polipropileno, las características de éstos materiales hacen que haya una alta resistencia química a la corrosión, mecánica e intemperie.

#### **4.3 DESENGRASANTE INDUSTRIAL**

El desengrasante que se utilizará para el procedimiento es un desengrasante de tipo industrial CONSUME MICRO-MUSCLE, fabricado por la empresa SPARCOL CHEMICALS & LIFE S.A.S., como se observa en la figura 16 es un producto líquido de avanzada tecnología industrial, con tenso activos capaces de remover, enlazar y emulsionar grasas y aceites. Es un producto biodegradable y no inflamable, amigable con el medio ambiente. <sup>43</sup> Se selecciona éste tipo de desengrasante porque cumple con las características que se requieren dentro de la planta, además por sus características biodegradables no generara problemas de contaminación de otros tipos.

Figura 16.Desengrasante Consume Micro-Muscle



La dosificación a utilizar se debe distribuir en los puntos donde se toma el agua residual, por ejemplo las salidas de agua hacia la trampa de grasa, puede ser usado para la limpieza de equipos y planta en general.

#### **4.4 TRAMPA DE GRASA**

La trampa de grasa actual de la empresa no cumple con ningún tipo de funcionalidad como tratamiento de aguas. Se propone hacer una modificación en la que debe ampliarse para hacer nuevos compartimientos, además de eso tapar entradas de agua para dejar una sola que debe ubicarse en la parte intermedia y la una salida al vertimiento final por la parte superior.

La trampa de grasa debe tener en cuenta factores para su rediseño como lo son:

---

<sup>42</sup> HERNÁNDEZ A., GALAN A. Pre tratamiento. 2014

<sup>43</sup> DESENGRASANTE INDUSTRIAL. Tomado de <https://www.spartacolombia.com>

tiempo de retención, la distancia entre la entrada y la salida, los compartimientos que ha de llevar y sus medidas. Para la trampa de grasa se tiene un caudal promedio de  $0,0033 \text{ m}^3/\text{min}$ , éste es el resultado de un promedio tomado durante una semana, en días con picos de alta producción.

Para comprobar que ésta funcionara se construyó una trampa de grasa, con modificaciones a la que había en la empresa, que cumplió con la función de retener las grasas y aceites de los efluentes residuales, como se observa en la figura 17 se hizo en un recipiente plástico, con tres diferentes compartimientos hechos de acrílico, un tubo superior por el que el agua entraba y comenzaba a llenar un primero de ellos que a medida que iba corriendo el flujo iba pasando al segundo y tercero, siendo notorio que se presentaba sedimentación y retención de grasas, y la salida final del agua clarificada era por un tubo superior que la arrojaba a un recipiente externo

Figura 17. Experimento trampa de grasa



Como la elaboración de la trampa de grasa en la empresa es una modificación a la existente, los materiales propuestos son de obra, cemento gris, cemento blanco, baldosa para todo el volumen incluyendo los compartimientos, tubos y codos para las entradas y salidas propuestas en el diseño.

- **Volumen de la trampa de grasa:** las dimensiones de la trampa de grasa son establecidas teniendo en cuenta un tiempo de retención total de 300 min para el caudal a tratar, durante el mismo se garantizará una separación de grasas, que disminuye paulatinamente a través de los 3 compartimientos por los que está compuesta la trampa, la modificación en el diseño de la trampa se muestra en la Figura 18.

Ecuación 2. Volumen con de acuerdo al tiempo de retención

$$V = Q * t \text{ retención}$$

$$V = 0,0033 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 300 \text{ min} = 0,99 \text{ m}^3$$

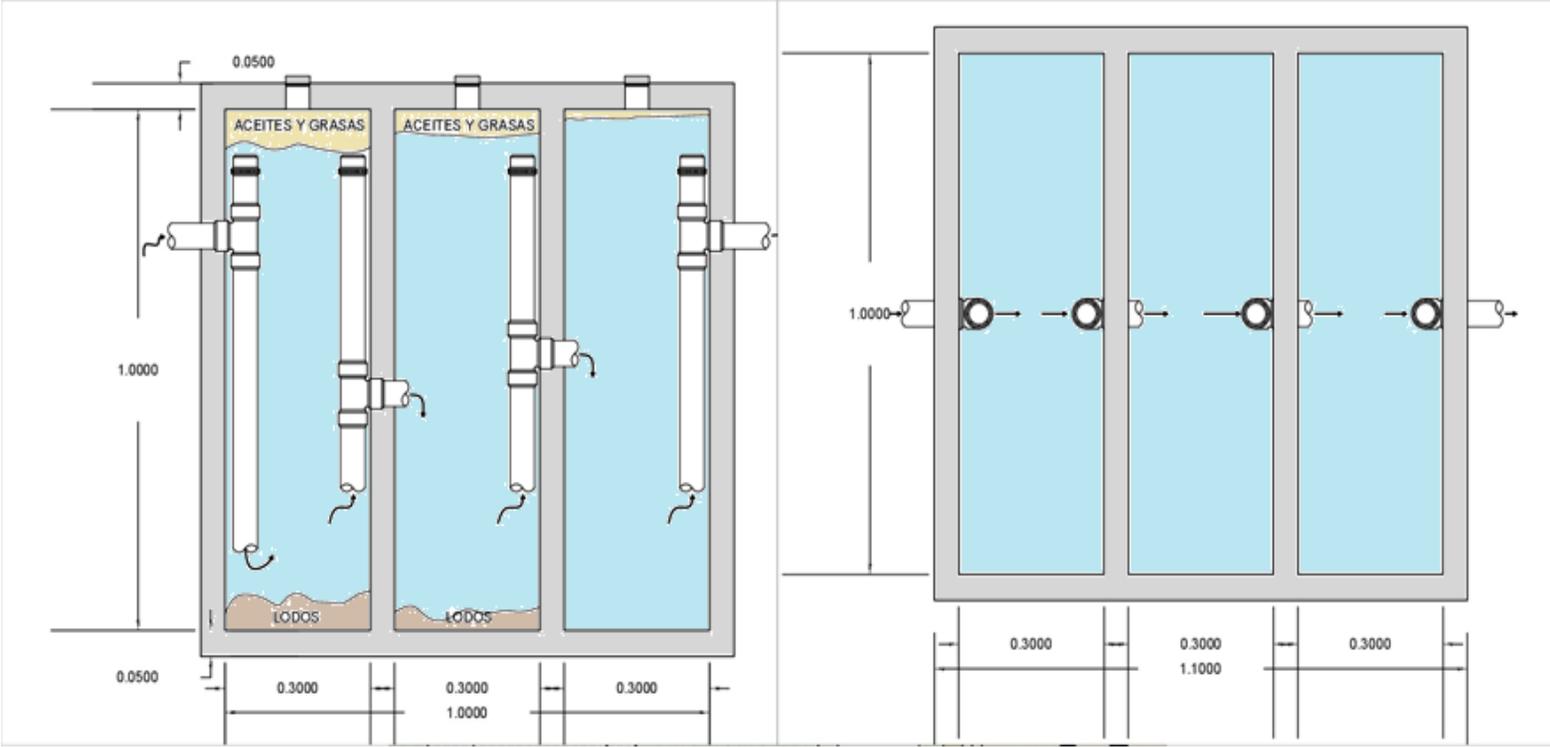
Donde,

V = volumen total a tratar en trampa de grasa

Q = Caudal

t = tiempo de retención

Figura 18.Modificación trampa de grasa



- **Volumen de los compartimientos:** los tres compartimientos tendrán medidas iguales, como se observa en la figura 19 para aplicar el principio de la decantación en cada uno de ellos, el objetivo de realizar las modificaciones a la estructura es permitir que cumpla con las funciones correctas de este tipo de tratamiento. Se realiza la propuesta de una salida por la parte de arriba que constituirá la entrada hacia el tanque de sedimentación.

A continuación se describirá las medidas de la propuesta de la modificación

Ecuación 3. Cálculo del volumen

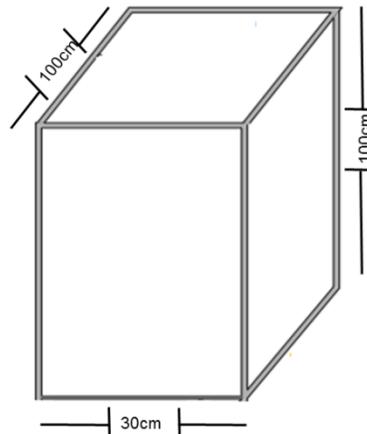
$$V = \text{altura} * \text{largo} * \text{ancho}$$

$$V1 = 30 \text{ cm} * 100\text{cm} * 100\text{cm}$$

$$V1 = 300000\text{cm}^3 = 0,3\text{m}^3$$

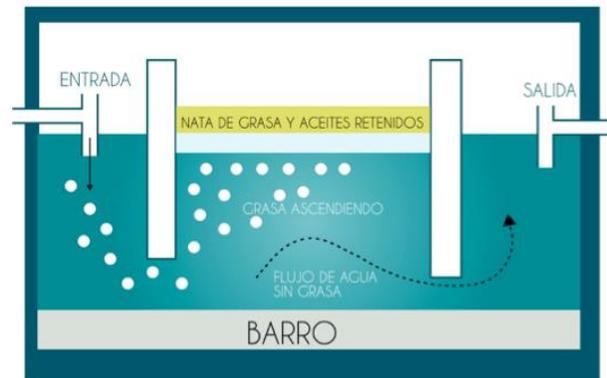
$$Vt = 0,3\text{m}^3 + 0,3\text{m}^3 + 0,3\text{m}^3 = 0,9\text{m}^3$$

Figura 19. Modelo compartimientos trampa de grasa



El diseño de los compartimientos de la trampa trae unos tubos acoplados con el fin de proporcionar un camino al fluido y contiene 2 compartimientos para remoción de grasas, de dimensiones iguales a los hallados con el cálculo de la ecuación 4, la función de estos tubos es la que se muestra en la Figura 20, permitir que el agua clarificada salga por debajo de los compartimientos para que nos sea arrastrada nuevamente con la nata de grasa y aceites retenidos.

Figura 20. Trampa de grasa compartimientos<sup>44</sup>



#### 4.5 TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

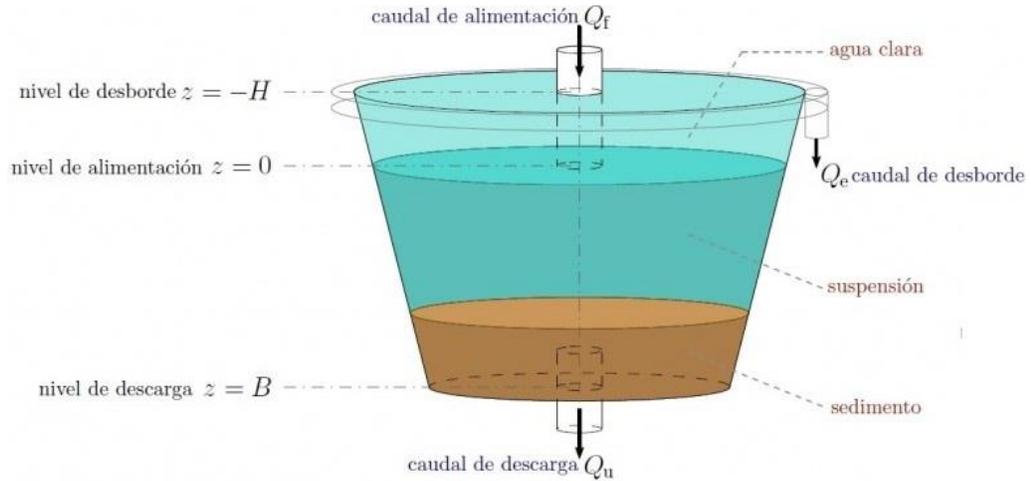
Se propone un tanque para realizar los tratamientos de coagulación y floculación. Se plantea un ejemplo en la Figura 21; para este tipo de tratamiento se pueden usar tanques cilíndricos o rectangulares donde se hace remoción de un 60% a 65% de sólidos sedimentables y de 30% a 35% de los sólidos suspendidos en las aguas residuales. Para un tanque de sedimentación primaria la profundidad debe ser de mínimo 1m, para que haya un tiempo de retención de 2 a 3 horas aproximadamente, entre mayor sea éste tiempo el porcentaje de partículas sedimentadas aumenta, eso depende de las condiciones que se manejen. En lugares en donde la sedimentación se usa sin un pre-tratamiento la carga de superficie debe estar en la escala de 0,1m-1m/hora. Para los tanques de sedimentación que reciben agua clarificada por medio de tratamientos previos de coagulación química y/o floculación es posible tratar cargas orgánicas mayores entre 1 y 3m/hora. En cualquier caso el ideal es que el agua entre con la menor carga superficial para que su clarificación sea la adecuada.<sup>45</sup>

El tanque donde se hará la sedimentación será un tanque de 1000L para llenarlo se hará por nivel de la trampa de grasa, cuando esta se encuentre desbordada comenzara a pasar el agua hacia el tanque donde se procederá a realizar el tratamiento de coagulación-floculación.

<sup>44</sup> ROMERO ROJAS, Jaira Alberto. "Tratamiento de Aguas Residuales", teoría y principios de diseño. 25.3 Trampas para Grasas

<sup>45</sup> CONTRETAS, Jorge. Sedimentación. 2000

Figura 21. Tanque de sedimentación



El tanque de sedimentación para la empresa FRANKFURT S.A.S., es un tanque de  $1\text{m}^3$ , con las medidas Largo: 1,232m, ancho: 1,03m y alto: 1,03m, éste es el volumen total, no representa el volumen efectivo. El material de construcción del tanque sedimentado es PVC con aditivos especiales para la resistencia a las condiciones atmosféricas a las que pueda ser sometido, éste material resiste los agentes químicos utilizados sin peligro de corrosión o daños al mismo.

En éste tanque se pretende llevar a cabo el proceso de coagulación-floculación, se usará un nivelador de alarma, con el fin de que cuando el tanque esté en  $0,96\text{ m}^3$  se active y los empleados puedan hacer el tratamiento. El tiempo de llenado hasta ese nivel es calculado en base a la ecuación 4, teniendo en cuenta el caudal promedio, lo que concluye que el tratamiento se haría una vez por jornada laboral aproximadamente.

Ecuación 4. Ecuación tiempo de llenado

$$t = \frac{V}{Q}$$

V = volumen total a tratar en trampa de grasa

Q = Caudal

t = tiempo de retención

$$t = \frac{0,96\text{ m}^3}{0,0033\frac{\text{m}}{\text{min}}} = 209,90\text{ min}$$

El floculante que se aplicará es por cada 0,96 m<sup>3</sup>,  $9,984 * 10^{-4}$  m<sup>3</sup> de sulfato de aluminio que equivalen a 998,4 ml y el tiempo en el tanque sedimentado es de aproximadamente 30 minutos.

#### 4.6 DOSIFICACIÓN DE LOS REACTIVOS

La dosificación final de los reactivos se presenta en el cuadro 20, se hace aproximadamente según la observación y el caudal promedio medido. Los niveles de efluentes que la empresa presenta son variables, como en una semana la empresa puede tener altas producciones en la otra simplemente no puede realizar producción. Se realiza una estimación para poder hacer los costos según la misma.

Cuadro 20. Dosificación Reactivos

REACTIVO	CANTIDAD (ml)
DESENGRASANTE CONSUME MICRO-MUSCLE	3785,41
SULFATO DE ALUMINIO	998,4

Las especificaciones técnicas que se hicieron durante el capítulo, permitirán que la empresa FRANKFURT S.A.S. tenga una visión clara de cómo implementar el tratamiento de aguas en el momento que lo deseen.

#### 4.7 RESULTADOS DE CARACTERIZACION APLICANDO EL TRATAMIENTO DE AGUAS

Para comprobar que el agua que se llevó a experimentación con el tratamiento de aguas seleccionado funcionara, se procedió a realizar una nueva caracterización, los resultados que ésta arrojará definirían si finalmente el tratamiento seleccionado llegaría a efectuar el principal objetivo que es el cumplimiento de la normatividad para vertimientos. Se hizo la prueba con el laboratorio PRODYCON SAS, para la evaluación de los nueve parámetros exigidos en la resolución 0631 del 2015 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, en lo referente a cloruros, PH, sulfatos, temperatura, aceites y grasas, materia orgánica (DBO y DQO), solidos sedimentables, y solidos suspendidos totales. Los resultados que arrojaron se relacionan en la Tabla 29.

Tabla 9. Caracterización para agua tratada en Laboratorio

Parámetros de análisis	Método	LC	Incertidumbre combinada	Resultado	Unidades
<b>A-Cloruros (IC)</b>	SM 4110B0,7 Modificado		0,0073	≤0,7	mg/l Cl
<b>A-DBO<sub>5</sub> (LBOD)</b>	SM 5210 B /2,1 EPA 360,3 Propuesto		0,1593	≤ 2,1	mg/l O <sub>2</sub>
<b>A-DQO medio (colorimétrico)</b>	rango SM 5520 D	100	0,02785446	47.700	mg/l O <sub>2</sub>
<b>A-Grasas aceites (gr)</b>	y SM 5520 B	15	0,0185	152	mg/l
<b>A-pH (laboratorio)</b>	SM 4500 H+B	0,4	0,00122	5,9	UND
<b>A-Sólidos sedimentables (laboratorio)</b>	SM 2540 F	0,1	0,04518	10	ml/l
<b>A-Sólidos suspendidos totales</b>	SM 2540 D /10 103-105 °C		0,01241	3.590	mg/l
<b>A-Sulfatos(IC)</b>	SM 4110 B0,8 Modificado		0,0118	≤ 0,8	mg/l SO <sub>4</sub>

Con base a los resultados que arrojaron la caracterización se construye la tabla 30, con el fin de comparar los resultados entre las caracterizaciones hechas al agua. En el primer diagnóstico se concluyó que en el agua cumplía en lo referente a cloruros, PH, sulfatos y temperatura, e incumple en los aceites y grasas, materia orgánica (DBO y DQO), sólidos sedimentables, y sólidos suspendidos totales.

Tabla 10. Comparación Caracterizaciones de agua

PARÁMETRO	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS FINAL	NORMA	CUMPLE
Aceites y grasas (mg/L)	4.880	152	75 máx.	No
Cloruros (mg/L)	239	≤0,7	500 máx.	Si
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1.920	≤ 2,1	675 máx.	Si
DQO (mg/L)	5.220	4.770	1.350 máx.	No
pH (unidades)	8,76	5,9	5 a 9	Si
SS (ml/L-h)	50	10	2 máx.	No
SST (mg/L)	2.910	3.590	225 máx.	No
Sulfatos (mg/L)	≤10	≤ 0,8	500 máx.	Si
Temperatura (°C)	20,1	20,1	30 máx.	Si

Como se puede apreciar en los resultados todos los parámetros no llegaron al cumplimiento de la norma, se sigue incumpliendo en Aceites y grasas, DQO, SS Y SST, sin embargo gracias al tratamiento de aguas que se implementó los resultados si bajaron. Se tiene en cuenta que solo se realizó esta caracterización se llevó a cabo en un segundo laboratorio debido a condiciones de tiempo y financieras, pudiendo haber existido una perdida en la cadena de custodia de frio. Las condiciones variables en los vertimientos y las cargas del agua de la empresa hacen dudar de los resultados de la segunda caracterización, pudo influir la carga orgánica del agua con el que se realizó el tratamiento para evaluarlo por segunda vez.

## 5. ANÁLISIS FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S.

Durante el desarrollo de éste capítulo se pretende hacer una estimación de los costos que tendría para la empresa la alternativa que se propone, mostrando la viabilidad. Para la estimación de la misma se evalúa el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), con estos datos se procede a conocer las posibilidades de implementar el tratamiento de aguas.

### 5.1 INGRESOS

El tratamiento de aguas para la empresa FRANKFURT S.A.S. tienen en sus ingresos el costo de oportunidad, en éste se tiene en cuenta que al no cumplirse con la normatividad se pueden ver sometidos a sanciones.

- **Costos de oportunidad:** éste ítem represente la sanción a la que podría verse puesta la empresa por no tener un tratamiento de aguas adecuado permitiendo que sus vertimientos salgan a las disposiciones finales sin cumplimiento total de la Resolución 0631 de 2015 . En la Ley 1333 de 2009 se contempla que una empresa que “realice una actividad o la existencia de una situación que atente contra el medio ambiente, los recursos naturales, el paisaje o la salud humana” puede verse envuelta en una sanción que va desde los 100 SMMLV hasta los 2.500 SMMLV, y su hubiese negligencia por parte de la misma cierre preventivo o definitivo. Para fines de cálculos se tomará el rango mínimo, que se especifica en la Tabla 31.

Tabla 11. Costos de oportunidad

INGRESOS	VALOR MENSUAL (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Costo de Oportunidad	11.065.755	132.789.060
	INGRESOS	132.789.060

### 5.2 EGRESOS

Son las salidas económicas mensuales que genera la implementación del tratamiento de aguas, éstas son:

- **Equipos/ Reactivos:** son todos aquellos equipos o reactivos necesarios para la puesta en marcha de la alternativa escogida como tratamiento de aguas. Se relacionan en la Tabla 32, las rejillas de desbaste y los materiales para la modificación de la trampa de grasa que fueron cotizadas en Homecenter. El desengrasante industrial que por las propiedades nombradas anteriormente se

recomienda comprarlo a la empresa proveedora SPARCOL CHEMICALS & LIFE S.A.S, el sulfato de Aluminio para la coagulación-floculación en QUÍMICOS CAMPOTA. Todos los reactivos y equipos cotizados son recomendaciones para la empresa, sus cantidades y dosificaciones son una estimación para los costos.

Tabla 12.Egresos, Equipos/ Reactivos

Reactivo/ Equipo	Características	Empresa Provedora	Precio	Costo Total
Rejillas de desbaste	4Aluminio	HOMECENTER	12.000	48.000
Desengrasante Industrial	1CONSUME LIQ ( 1 Galón)	SPARCOL CHEMICALS & LIFE S.A.S	103.000	103.000
Sulfato de Aluminio	125 Kilos	QUIMICOS CAMPOTA	37.000	37.000
Tanque de sedimentación	1 1000	HOMECENTER	253.000	253.000
Trampa de Grasa	1Caja Baldosa 1.6m2	HOMECENTER	40.000	40.000
	2 Cemento CEMEX	HOMECENTER	23.500	47.000
	1 Mano de Obra		2.900.000	2.913.000
COSTO TOTAL				3.441.000

- **COSTOS OBRA EN TRAMPA DE GRASA:** las modificaciones a la trampa de grasa se deben hacer por un maestro de obra que tumbe los compartimientos que hay y coloque las entradas de manera correcta, debe tenerse en cuenta que hay que ampliar la zona de la trampa de grasa, además de cerrar las entradas que no son correctas, proceder a taponarlas y desviarlas hacia una sola tubería. Estas modificaciones tienen un valor de \$3.441.000, con los materiales incluidos.
- **MANTENIMIENTO:** debe contratarse un Ingeniero que pueda ir a revisar el proceso del tratamiento de aguas, cómo va la implementación del mismo y su mantenimiento por parte de los empleados. Estas revisiones deben hacerse por lo menos una vez al mes, al no contar la empresa con personal de este tipo. Las visitas de un Ingeniero para estos fines tienen un valor mensual de \$ 500.000.
- **PRÉSTAMO:** para la empresa poder efectuar el tratamiento de aguas residuales, podrá recurrir a un préstamo teniendo en cuenta que no se encuentra en las condiciones financieras de tomar el dinero del capital, éste podría ser por un valor de \$3.000.000 con el banco Bancolombia con una Tasa Efectiva Anual de 28.74%, quedando 12 cuotas mensuales de \$ 290. 516 como se puede apreciar en la tabla 33.

Tabla 13.Amortización préstamo

Períodos		Interés	Amortización	Cuota	Final
0					\$3.000.000
1	\$3.000.000	\$71.700	\$218.816	\$290.516	\$2.781.183
2	\$2.781.183	\$66.470	\$224.046	\$290.516	\$2.557.136
3	\$2.557.136	\$61.115	\$229.401	\$290.516	\$2.327.734
4	\$2.327.734	\$55.632	\$234.884	\$290.516	\$2.092.850
5	\$2.092.850	\$50.019	\$240.497	\$290.516	\$1.852.353
6	\$1.852.353	\$44.271	\$246.245	\$290.516	\$1.606.107
7	\$1.606.107	\$38.385	\$252.130	\$290.516	\$1.353.976
8	\$1.353.976	\$32.360	\$258.156	\$290.516	\$1.095.819
9	\$1.095.819	\$26.190	\$264.326	\$290.516	\$831.492
10	\$831.492	\$19.872	\$270.644	\$290.516	\$560.848
11	\$560.848	\$13.404	\$277.112	\$290.516	\$283.735
12	\$283.735	\$6.781	\$283.735	\$290.516	0,00

### **5.3 FLUJO DE CAJA DE LA EMPRESA FRANKFURT S.A.S.**

Se realiza una proyección de los ingresos y egresos que podrá tener la empresa durante un año con la implementación del tratamiento de aguas, esto teniendo en cuenta las variables mencionadas durante el desarrollo de éste capítulo, se relaciona en la Tabla 34.

Tabla 14. Flujo de Caja

	0	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Sanción por incumplimiento de la normatividad, Sanción mensual		3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585
<b>Total Ingresos</b>	0	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585	3.688.585
Rejillas de desbaste		48.000					48.000						
Desinfectante		400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
Sulfato de aluminio		37.000			37.000			37.000			37.000		
Desengrasante		103.000	103.000	103.000	103.000	103.000	103.000	103.000	103.000	103.000	103.000	103.000	
Trampa de Grasa	3.441.000												
Modificaciones													
Tanque de Sedimentación		253.000											
Mantenimiento		500.000		500.000		500.000		500.000		500.000		500.000	
Cuota banco mensual		290.516	290.516	290.516	290.516	290.516	290.516	290.516	290.516	290.516	290.516	290.516	290.516
<b>TOTAL EGRESOS</b>	3.441.000	1.631.516	793.516	1.293.516	830.516	1.293.516	841.516	1.330.516	793.516	1.293.516	830.516	1.293.516	690.516
<b>UTILIDAD</b>	-3.441.000	2.057.069	2.895.069	2.395.069	2.858.069	2.395.069	2.847.069	2.358.069	2.895.069	2.395.069	2.858.069	2.395.069	2.998.069
<b>TASA DE DESCUENTO INTERES DEL PRÉSTAMO 28.74%</b>													

#### 5.4 VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Con el VPN evaluamos la inversión que se hará del proyecto, determinando así la viabilidad financiera que va a tener. La fórmula usada para dicha evaluación corresponde a:

Ecuación 5. Valor Presente Neto

$$VPN = \frac{\sum R_t}{(1+i)^t} = 0$$

Para la cual:

t= tiempo estimado para el proyecto (12 meses)

i= Tasa de descuento

R= Ingresos mensuales

$$VPN = -Inversión + \frac{\sum_{1-12}^t Utilidad}{(1+i)^t}$$

En el resultado de la VPN es de \$ 695.253,22, lo que nos presenta un valor positivo, indicando que la viabilidad del proyecto es buena.

#### 5.5 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Es un indicador que permite medir la rentabilidad que tiene un negocio, o en el caso un proyecto, igualando a cero el valor presente neto VPN.

Utilizando los flujos de caja de la Tabla 34, se hizo la evaluación de la TIR con una tasa de oportunidad del 28.74% dada por el interés del préstamo, obteniendo así una TIR de 71%, al ser mayor la TIR que la tasa de oportunidad se entiende que el proyecto es aceptado y viable.

## 6. CONCLUSIONES

- Se hizo el desarrollo de una propuesta que tiene como fin ayudar a que la empresa FRANKFURT S.A.S. cumpla con la normatividad exigida para aguas residuales, se planteó una propuesta general basándose en los requerimientos demandados, además de las condiciones que estableció la empresa en cuanto a presupuesto, limitación de espacio y sencillez del tratamiento.
- Se llevó a cabo un diagnóstico de la empresa, en el que se hizo una descripción de la planta, los equipos que manejaban, los espacios que se tenían, se realizó un estudio para estimar los balances de agua y masa para plantear un diagrama de bloques que tuviera el proceso que se lleva dentro de la misma. Para analizar los vertimientos se empezó de ceros teniendo en cuenta que la empresa no tenía ningún documento con el que se pudiera partir, en primer lugar calculando un caudal basándose en el tiempo, para tomar unas muestras puntuales que llevaron a una caracterización en la que se dio como resultado el incumplimiento en cinco de los nueve parámetros establecidos en la resolución 0631 de 2015, éstos fueron aceites y grasas, DBO, DQO, SS y SST.
- Con el diagnóstico dado en la caracterización, se llevó a cabo un estudio de las alternativas que compensaran las necesidades planteadas desde el principio del proyecto. Se definieron las ventajas y desventajas de cada una de las opciones que podían funcionar como tratamiento de aguas, buscando que pudieran complementarse entre ellas. Se llegó a una matriz de selección teniendo en cuenta los parámetros de selección área, construcción y diseño, costos, operación y eficiencia, ésta tenía seis alternativas y la escogida fue un tratamiento de coagulación-floculación realizado en un tanque de sedimentación, que se complementa con desengrasante y una reconstrucción de la trampa de grasa.
- Para llevar a cabo las especificaciones técnicas se hizo el planteamiento de los equipos y los reactivos que se podían usar dentro del tratamiento escogido, por la variabilidad de la empresa en los flujos que se tenían se hizo una dosificación recomendada para hacer los costos. Una vez hecha la segunda caracterización se obtuvo como resultado que aunque los niveles bajaron los parámetros de aceites y grasas, DQO, SS Y SST siguieron incumpliendo la norma, se analizó que estos resultados pudieron ser alterados en su comparación por la diferencia de métodos utilizados para evaluarlos, además de una posible pérdida de frío en la cadena de custodia y por los diferentes niveles de carga orgánica diaria que manejaba la empresa una diferencia con la primera caracterización hecha.
- Se comprobó mediante una evaluación financiera la viabilidad económica del proyecto, fue una de las recomendaciones que hizo la empresa con más énfasis, puesto que aún no tienen el presupuesto para cumplir con un tratamiento de altos costos. Se llevó a cabo un flujo de caja teniendo en cuenta que la empresa podía

optar por un préstamo para el cumplimiento de la propuesta. Con esto hecho se obtuvo un VPN positivo y una TIR de un 71%, con estos resultados se dio viabilidad financiera al proyecto.

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis del agua clarificada al final del proceso, esto podría contribuir a una reutilización dentro del mismo, generando una oportunidad de ahorro para la empresa afectando directamente los balances financieros.
- Realizar una caracterización con el laboratorio CONOSER, una vez implementado el tratamiento de aguas, para que sean ellos quienes hagan la comparación de los parámetros bajo las técnicas de la primera hecha por ellos mismos.
- Se debe proponer un sistema filtración para complementar el tratamiento, reteniendo los floculos suspensión de materia desconocida, esto mejoraría el tratamiento de aguas.
- Se propone estudiar una desinfección al final del tratamiento, con el fin de reutilizar los vertimientos en tareas de aseo para la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

AINIA. Mejores técnicas disponibles en la industria cárnica. 2015

ANDÍA CÁRDENAS Yolanda. Tratamiento de agua, coagulación y floculación. Lima. 2000

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. Medición de Cloruros por Argentometría, Método 4500 Cl- B – 1995.

BOJACA Rocio del Pilar. Determinación de grasas y aceites en aguas por el método soxhlet. 2007

CÁRDENAS Yolanda Andía. Tratamiento de agua, coagulación. 2000

CUARTO FRIO. Tomado de: <http://www.refriplast.com/cuartos-frios>

CUTTER. Tomado de: <http://www.maquialimentos.com/linea-para-carnicos>

DESENGRASANTE INDUSTRIAL. Tomado de <https://www.spartancolombia.com>

DIAZ DE SANTOS. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. APHA.1992

DURMAN. Ficha técnica Trampa de grasa. 2012

EMBUTIDORA. Tomado de: [http://www.rextechnologie.com/es/maschinenbau/produkte/vakuumfuellmaschinen/rvf740\\_2.htm](http://www.rextechnologie.com/es/maschinenbau/produkte/vakuumfuellmaschinen/rvf740_2.htm)

FICHA TÉCNICA CLORIN 6%. Tomada de <https://www.spartancolombia.com>

FICHA TÉCNICA BIODYNE® 301. Tomada de Página web: <http://www.biodyne-bogota.com>

GOBIERNO DE CHILE CONAMA. Tecnologías de coagulación y/o floculación.2006

HERNÁNDEZ Ana María. Sólidos suspendidos totales en agua secados a 103 – 105 °C. 2007

HERNÁNDEZ A., GALAN A. Pre tratamiento. 2014

HORNOS. Tomado de: <http://www.equipoempacadorasystros.com/maquinaria-para-empacadoras-horno-de-ahumado>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN. Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C: El instituto, 2008. 33 p

\_\_\_\_\_. Documentación Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 36 p. 2008.

\_\_\_\_\_. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. Bogotá D.C.: El instituto, 1998.23p.

LABORATORIO CONOSER LTDA

MENÉNDEZ GUTIÉRREZ Carlos, PÉREZ OLMO Jesús M., Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales. Ed. Universitario. 2007

NAVARRO, Maria Olga. Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría. 2007

PCE-IBERICA. Catálogo Industrial de balanzas industriales. 2016

RESTREPO OSORNO Hernán Alonso. Evaluación del proceso de coagulación – floculación de una planta de tratamiento de agua potable. Universidad Nacional De Colombia. 2009

TANQUE DE COCCION. Tomado de: <http://arteinox.com.co/equipos-para-carnicos/156-tanque-para-coccion.html>

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS. Tomado de: [www.aquaprof.es](http://www.aquaprof.es)

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ. Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Madrid. 2006

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas. 2010

VALENCIA Guillermo. Filtros Biológicos. Universidad Del Valle. Cali, Colombia.

VARGAS Luz Yolanda, CAMARGO Jaime Humberto. Manual 4: prácticas de laboratorio de análisis químico I, Universidad Industrial de Santander. 2012

ZAPATA Natalia, HERNÁNDEZ Martha Liliana, OLIVEROS Edward Francisco. Tratamiento de aguas residuales. Universidad de Manizales.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### PARAMETROS DE LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015

PARÁMETRO	UNIDADES	GANADERÍA DE BOVINOS Y PORCINOS	GANADERÍA DE AVES DE CORRAL	GANADERÍA DE AVES DE CORRAL
		BENEFICIO DUAL (BOVINOS Y PORCINOS)	INCUBACIÓN Y CRÍA	BENEFICIO
<b>Generales</b>				
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	800,00	400,00	650,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L O <sub>2</sub>	450,00	200,00	300,00
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	225,00	200,00	100,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	5,00	2,00
Grasas y Aceites	mg/L	30,00	20,00	40,00
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Fósforo</b>				
Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Nitrógeno</b>				
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitrógeno Amónico (N-NH <sub>3</sub> )	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
<b>Iones</b>				
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	600,00	250,00	250,00
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	500,00	250,00	250,00
<b>Otros Parámetros para Análisis y Reporte</b>				
Acidez Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Cálrica	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	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 <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

## ANEXO B

Diagrama de la empresa FRANKFURT S.A.S.



## ANEXO C

### Fichas técnicas de las sustancias

FIGURA 1. Ficha técnica CONSUME LIQ

# CONSUME® LIQ

## Tratamiento biológico para aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son diseñadas principalmente para filtrar y procesar los residuos líquidos contaminados, remover la mayoría de impurezas y regresar el agua descontaminada a los ríos y quebradas. Para acelerar dicho proceso de descontaminación, se aplica la Bioaumentación, la cual consiste en el aumento de la población natural de microorganismos con bacterias altamente especializadas para mejorar el desempeño del sistema de tratamiento.

CONSUME LIQ es un concentrado líquido de microorganismos especializados desarrollado para incrementar y mejorar la capacidad de la población natural de bacterias para la degradación de residuos en los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Consume LIQ proporciona al usuario las siguientes características y beneficios:

**Mejora la bioactividad.** Cada sistema de tratamiento tiene una población natural de bacterias, pero dicha población no necesariamente es la más adecuada para realizar un trabajo eficiente. Consume LIQ es una mezcla sinérgica de millones de bacterias y nutrientes especiales actuando en conjunto para degradar en forma rápida y efectiva los residuos orgánicos.

Las bacterias de Consume LIQ son únicas por su selección, capacidad de adaptación y trabajo combinado. En total son 800 mil millones de bacterias por galón de producto, preparadas para transformar miles de veces más rápido los compuestos químicos difíciles de degradar, sin producir olores molestos o gases.

**Reduce la DBO.** DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), es un método para estimar el grado de contaminación en aguas residuales industriales, residenciales, agrícolas, pecuarias, etc. La aplicación periódica de Consume LIQ reducirá substancialmente los niveles de contaminación presente en las aguas residuales.

**Mejora la estabilidad de los sistemas de tratamiento:** La composición de las aguas residuales que llegan a un sistema de tratamiento, cambia constantemente debido a fluctuaciones en los niveles de producción, implementación de nuevas tecnologías, imprevistos en los procesos, etc. La biomasa (población de microorganismos benéficos en el sistema de tratamiento), trata continuamente de ajustarse a dichos cambios pero es saturada con frecuencia, causando un pobre desempeño del sistema. Consume LIQ provee una mezcla concentrada de bacterias benéficas necesarias para acelerar el proceso de adaptación y aumentar la eficiencia del sistema de tratamiento.

**Reduce la formación de espuma:** El pobre desempeño de algunas bacterias en sistemas de tratamiento puede causar formación de espuma, la cual impide la sedimentación de los sólidos en el clarificador. Las bacterias en Consume LIQ han sido cuidadosamente seleccionadas para que no contribuyan a la formación de espuma en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

**Seguro y Confiable:** Consume LIQ es biodegradable, libre de fosfatos, no tóxico y no contaminante. Contiene bacterias no patógenas que producen enzimas. Es un producto de pH neutral que no genera riesgo de contaminación para las aguas, ni afectará los animales o la vida marina.

## INSTRUCCIONES DE USO

Algunas personas pueden ser sensibles a los componentes de este producto. Antes de usarlo, lea la etiqueta del producto y la hoja de datos de seguridad, si se presentan inquietudes consulte a su asesor en Sparcol.

Las dosis indicadas a continuación pretenden dar solución a la mayoría de las condiciones que se presentan en los diferentes sistemas de tratamiento, no obstante el asesor de Sparcol dará las recomendaciones óptimas de acuerdo a las condiciones específicas que se evidencien en la visita de diagnóstico.

**Filtros Percoladores:** Para el tratamiento inicial adicione 6 a 10 litros de Consume LIQ por cada millón de litros de flujo diario. Realice el segundo tratamiento 48 horas después, igual al inicial.

Mantenimiento semanal: adicione 3 litros de producto por cada millón de litros de caudal diario.

**Lagunas:** Para el tratamiento inicial adicione durante las dos primeras semanas 1 litro de Consume LIQ por cada 10.000 litros de flujo diario; aplique el producto directamente en el tanque de entrada a la laguna. Realice el mantenimiento adicionando cada día  $\frac{1}{2}$  litro de producto por cada 10.000 litros de flujo diario.

**Lodos Activados:** Adicione Consume LIQ en el acceso de entrada del tanque aireado, en las siguientes proporciones:

Caudal en la Planta de Tratamiento	Primera semana Dosis	Mantenimiento Dosis
10.000-20.000 litros / día	2 litros/ día	1 litro/ día
20.000-50.000 litros / día	4 litros/ día	2 litros/ día
50.000 o más litros / día	6 litros/ día	3 litros/ día

**Digestores:** Primera semana de tratamiento: adicione 1 litro de Consume LIQ por cada 7.000 litros de capacidad, en la entrada de la bomba. Para el mantenimiento adicione semanalmente 1 litro de producto por cada 45.000 litros de capacidad.

**Tanques Sépticos –Sector Comercial o Industrial:** Primera semana: Adicione 1 litro de Consume LIQ por cada 500 litros de capacidad del tanque. Segunda semana: repita la misma dosis anterior. Mantenimiento: 1 litro de producto mensualmente.

Para los campos de drenaje adicione 5 litros de Consume LIQ en la caja de conexión. Mantenimiento: 1 litro cada mes.

NOTA: Los sistemas con carga de grasa densa requerirán un incremento de 50% en la cantidad de producto a adicionar, hasta que el problema sea solucionado.

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Aspecto:	Líquido café claro translucido no viscoso.
Densidad:	1.00 – 1.02 g/ml
pH (concentrado):	8.0 - 9.0
Punto de enturbiamiento:	59° C
Estabilidad en almacenamiento:	Mínimo 1 año
Contiene 800 mil millones de microorganismos por galón.	
Producto Biodegradable - Libre de fosfatos.	

### **EMPAQUE**

Consume LIQ se comercializa en envases de polietileno de alta densidad en unidades de ¼ de galón, galón, bidón de 5 y de 15 galones, y tambor económico de 55 galones.

### **GARANTÍA**

Métodos normalizados de producción y control de laboratorio, aseguran una calidad uniforme en cada lote de producto elaborado. Si tiene alguna insatisfacción con el desempeño del producto, no dude en comunicarse con su asesor en Sparcol.

Algunos productos pueden requerir una manipulación especial durante la aplicación. Asegúrese de leer la información técnica y la hoja de datos de seguridad antes de usar el producto.



CONSUME® LIQ  
VERSIÓN 4 - 06 / 14

Figura 2. Ficha técnica CLORIN 6%

# CLORIN 6%

## Limpiador, desinfectante y sanitizante

CLORIN 6% es un desinfectante líquido con hipoclorito de sodio al 6.5% para aplicación en superficies y equipos en la industria de alimentos. Su formulación es de rápida acción frente a bacterias patógenas, hongos y algunos virus.

Clorin 6% puede ser usado para desinfección del agua, lavado y sanitización de huevos, frutas y vegetales. También es recomendado para la industria láctea, cárnica, pesquera y avícola.

Clorin 6% es un producto concentrado, provee un desempeño óptimo con un bajo costo a las diluciones de uso. Es limpiador, desinfectante y desodorizante en un solo paso, para diversas aplicaciones.

### INSTRUCCIONES DE USO

**Sanitización de superficies de contacto directo con alimentos:** Diluya Clorin 6% en proporción 1:500 en agua (2 cc de producto por cada litro de agua ó 1 onza en 15 litros de agua), para obtener una solución con 125 ppm de cloro activo aproximadamente. Verifique varias veces durante la jornada, la concentración de la solución preparada con el chequeador de cloro Sparcol y ajuste la concentración cloro según se requiera. Aplique esta solución sanitizante por inmersión o contacto directo en las superficies y equipos previamente lavados, permitiendo un tiempo de contacto mínimo de 2 minutos. No requiere enjuague posterior con agua.

**Desinfección de superficies en general:** Diluya Clorin 6% en proporción 1:125 en agua (8 cc de producto por cada litro de agua ó 1 onza en 7.5 litros de agua), para obtener una solución con 250 ppm de cloro activo aproximadamente. Verifique periódicamente la concentración de la solución preparada con el chequeador de cloro Sparcol. Aplique esta solución por inmersión o contacto directo en las superficies y equipos previamente lavados, permitiendo un tiempo de contacto mínimo de 2 minutos. Enjuague con agua potable.

**Sanitización de frutas y vegetales:** Lave completamente las frutas y vegetales. Diluya Clorin 6% en proporción 1:1000 (1 cc de producto por cada litro de agua ó 1 onza en 30 litros de agua). Sumerja las frutas y verduras en esta solución sanitizante durante 2 minutos y luego enjuáguelas con agua potable previo a su consumo o empaque.

Sanitización de huevos: Lave completamente los huevos. Diluya Clorin 6% en proporción 1:250 en agua (4 cc de producto por cada litro de agua ó 1 onza en 7.5 litros de agua), aplique la solución sanitizante con atomizador, a una temperatura de 40° C, cubriendo completamente cada huevo y deje secar libremente antes de empacar o consumir. No requiere enjuague posterior con agua potable.

Desinfección de agua: Aplique Clorin 6% a 10 ppm en al agua a desinfectar; esto es 1 ml de producto por cada 6,5 litros de agua a tratar. Disuelva bien el producto en el agua para lograr un efecto desinfectante completo.

Limpieza en el sitio (CIP): Diluya Clorin 6% en proporción 1:250 en agua (4 cc de producto por cada litro de agua), para obtener una solución con 250 ppm de cloro activo aproximadamente.

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Aspecto:	Líquido amarillo claro translucido o viscoso.
Olor:	A cloro
pH:	11.5 – 13.0
Densidad:	1.09 – 1.11 g/ml
Ingrediente activo:	60.000 ppm de hipoclorito de sodio
Estabilidad en almacenamiento:	6 meses

### **EMPAQUE**

Clorin 6% se comercializa en envases de polietileno de alta densidad, en unidades de galón – 6 por caja, bidón de 5 y de 15 galones, y tambor de 55 galones.

### **GARANTÍA**

Métodos normalizados de producción y control de laboratorio, aseguran una calidad uniforme en cada lote de producto elaborado. Si tiene alguna insatisfacción con el desempeño del producto, no dude en comunicarse con su asesor en Sparcol.

Algunos productos pueden requerir una manipulación especial durante la aplicación. Asegúrese de leer la información técnica y la hoja de datos de seguridad antes de usar el producto.



CLORIN 6%  
VERSIÓN 8 - 04 / 15

Figura 3. Hoja de datos de seguridad de Clorin 6%

Clorin 6%



**SPARCOL CHEMICALS & LIFE S.A.S.**  
**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES**

SECCION I: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	
Nombre del producto:	CLORIN 6%
Nombre del fabricante:	Sparcol Chemicals & Life S.A.S.
Dirección:	Carrera 47 C # 79 A Sur 15 Sabaneta - Antioquia - Colombia
Teléfonos de emergencia:	Sparcol: 6045800- Línea SURA: 01 8000 51 14 14

Clasificación de riesgos <b>NFPA</b>	Rombo de seguridad	Clasificación de riesgos <b>HMS</b>
Salud: 2 - Moderado		Salud: 2 - Moderado
Fuego: 0 - No representativo		Fuego: 0 - No representativo
Reactividad: 1 - Leve		Reactividad: 1 - Leve
Riesgos especiales: Alcalino		Equipo de protección personal: Ver sección VIII

SECCION II: INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES PELIGROSOS						
Nombre químico	% peso	Nro. Registro CAS	TWA mg/m <sup>3</sup>	STEL mg/m <sup>3</sup>	CEILING mg/m <sup>3</sup>	Carcinog.
Hipoclorito de sodio	6 - 8	7681-52-9	No Establecido	No Establecido	No Establecido	No

SECCION III: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS
<b>Efectos por sobreexposición:</b> El producto concentrado causa irritación en contacto con los ojos y la piel: Los síntomas pueden incluir dolor, enrojecimiento e hinchazón. Puede ser nocivo si es ingerido. Irritante para las vías respiratorias si es inhalado.
<b>Condiciones que hay que evitar:</b> Evite contacto con los ojos y piel. No lo ingiera.
<b>Principales medios de entrada:</b> contacto con los ojos, piel, oral e inhalación.
<b>Condiciones agravadas por el uso:</b> No conocidos.

SECCION IV: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS
<b>Ojos:</b> Lave los ojos con agua suavemente durante un mínimo de 15 minutos. Consiga atención médica de inmediato.
<b>Piel:</b> Lávese bien con agua durante 15 minutos. Acudir al médico si se presenta molestia o irritación.
<b>Ingestión:</b> No induzca el vómito. Beber 1 o 2 vasos de agua. Consiga atención médica urgente.
<b>Inhalación:</b> Traslade la persona al aire fresco. Consiga atención médica si la irritación persiste.

SECCION V: MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS	
Punto de inflamación: Ninguno	Método utilizado: ASTM-D-56
Límites de inflamabilidad: No establecidos.	Extensión de llama: No determinada
<b>Medios de extinción:</b> Use agua en grandes cantidades.	
<b>Procedimientos especiales para combatir incendios:</b> Use equipo autocontenido de respiración apropiado o aprobado por NIOSH y ropa de protección. Enfríe los recipientes expuestos al fuego con agua por aspersión.	
<b>Peligros especiales de incendio y explosiones:</b> Los productos de la combustión son tóxicos. Se liberan vapores irritantes.	

SECCION VI: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES
Cantidades pequeñas hasta 1 litro pueden ser lavadas con agua, neutralizadas a pH 8 y desechadas a través de desagües. Derrames mayores deben ser contenidos con absorbentes inertes y transferidos a recipientes apropiados para su disposición final de acuerdo a lo permitido por la legislación vigente.

SECCION VII: MANEJO Y ALMACENAMIENTO
Mantener en envase original cerrado y correctamente rotulado en lugar fresco y seco.

SECCION VIII: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL
<b>Protección respiratoria:</b> No se requiere normalmente cuando existe una buena ventilación general. Sin embargo si ocurre irritación de las vías respiratorias, debe considerarse el uso de un respirador aprobado por NIOSH que sea adecuado para las condiciones de uso y los compuestos químicos nombrados en la sección II.
<b>Ventilación:</b> Proporcione una buena ventilación general. Algunas operaciones pueden requerir de ventilación local de escape.
<b>Guantes de protección:</b> Se recomienda el uso de guantes de goma.
<b>Gafas de protección:</b> Lentes protectores.
<b>Otro equipo de protección:</b> No necesario.

**SECCION IX: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS**

Punto de ebullición:	100 °C	Presión de vapor:	No conocida
Densidad de vapor (Aire=1):	No conocida	Solubilidad en agua:	Completa
pH:	11.5 – 13.0	Densidad (g/ml):	1.09 – 1.11
Tasa de evaporación (but.ace.=1):	<1	Porcentaje sólido en peso:	1-5
Estado físico:	Líquido amarillo claro traslucido no viscoso.	Olor:	A cloro

**SECCION X: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

**Estabilidad:** Estable

**Materiales incompatibles:** ácidos y oxidantes fuertes.

**Productos peligrosos de descomposición:** a temperaturas mayores de 50° C se puede originar cloro gaseoso.

**Pollimerización peligrosa:** No se producirá

**Otras precauciones:** almacenar en envase original cerrado y alejado de la luz solar.

**SECCION XI: INFORMACION TOXICOLOGICA**

No disponible.

**SECCION XII: INFORMACION ECOLOGICA**

No disponible.

**SECCION XIII: CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN**

Someter el envase vacío al triple enjuague y ofrecer para reciclaje.

**SECCION XIV: INFORMACION SOBRE TRANSPORTE**

Descripción para transporte: Compuesto Limpiador, Líquido.

**SECCION XV: INFORMACION REGLAMENTARIA**

No aplicable.

**SECCION XVI: INFORMACION ADICIONAL**

No disponible.

**Convenciones:** NFPA: asociación para la protección contra el fuego. HMIS: Sistema de información de materiales peligrosos. Numero CAS: Chemical Abstract Service. Número asignado e internacionalmente aceptado para la identificación de las sustancias. STEL: Límite de exposición a corto plazo. Los trabajadores pueden estar expuestos a un máximo de 4 periodos STEL por turno de 8 horas, con al menos 60 minutos entre periodos de exposición. TWA: valor medio de exposición durante un turno de 8 horas. Ceiling: Valor techo o límite de exposición que no debe ser excedido en ningún momento. ASTM: Sociedad Norteamericana para ensayos y materiales. NIOSH: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de EEUU.

Este documento fue elaborado con información obtenida de fuentes que se consideran confiables técnicamente. No constituye en forma alguna una garantía explícita o implícita de la exactitud de la información presentada en él. Las condiciones de uso y manipulación están más allá del control del vendedor. El usuario es responsable de evaluar toda la información disponible antes de utilizar el producto y para cualquier uso en particular, de conformidad con la legislación local y nacional. En caso de requerir información adicional favor contactar directamente a Sparcof Chemicals & Life en el teléfono que aparece en la SECCIÓN I.



CLORIN 6%  
VERSIÓN 06/2014

Figura 4. Ficha técnica Sulfato de Aluminio

 DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES S.A.																					
<b>FICHA TÉCNICA SULFATO DE ALUMINIO</b>																					
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO</b>																					
Nombre Químico	Sulfato de aluminio																				
Formula química	$Al_2(SO_4)_3$																				
Peso Molecular	342.3																				
Sinónimos	Alumbre																				
<b>2. DESCRIPCIÓN</b>																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cristales o en solución.</li> <li>• Soluble en agua, insoluble en alcohol, tiene sabor dulce.</li> <li>• Estable en el aire.</li> <li>• El sulfato de aluminio, conocido como tipo B, se produce a partir de bauxita o arcilla, con un alto contenido de alúmina.</li> <li>• Grados especiales de sulfato de Aluminio, como utilizado en la industria del papel, se producen utilizando materias primas de alta pureza, libres de hierro, como la alúmina hidratada, en lugar de bauxita y ácido sulfúrico en un grado especial. Así se obtiene un producto blanco, con un contenido de óxido de Fe, de sólo 0.005% a 0.01%. El alumbre libre de hierro, es importante en la manufactura de papeles, en los cuales la presencia de hierro causa problemas de color.</li> </ul>																					
<b>3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO</b>																					
<b>PROPIEDAD</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO A SÓLIDO</th> <th>TIPO B SÓLIDO</th> <th>TIPO A LÍQUIDO</th> <th>TIPO B LÍQUIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %</td> <td>17 mín.</td> <td>15 mín.</td> <td>8 mín.</td> </tr> <tr> <td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %</td> <td>1.0 máx.</td> <td>1.5 máx.</td> <td>0.5 máx.</td> </tr> <tr> <td>Insolubles, %</td> <td>0.5 máx.</td> <td>10 máx.</td> <td>0.2 máx.</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO A SÓLIDO	TIPO B SÓLIDO	TIPO A LÍQUIDO	TIPO B LÍQUIDO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	17 mín.	15 mín.	8 mín.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	1.0 máx.	1.5 máx.	0.5 máx.	Insolubles, %	0.5 máx.	10 máx.	0.2 máx.				
TIPO A SÓLIDO	TIPO B SÓLIDO	TIPO A LÍQUIDO	TIPO B LÍQUIDO																		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	17 mín.	15 mín.	8 mín.																		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	1.0 máx.	1.5 máx.	0.5 máx.																		
Insolubles, %	0.5 máx.	10 máx.	0.2 máx.																		
<b>4. PROPIEDADES</b>																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO A SÓLIDO</th> <th>TIPO B SÓLIDO</th> <th>TIPO A LÍQUIDO</th> <th>TIPO B LÍQUIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Color</td> <td>Blanco Café</td> <td>Transparente</td> <td>Café</td> </tr> <tr> <td>Densidad</td> <td>1.1 aparente</td> <td>1.1 aparente</td> <td>1.33 a 20°C</td> </tr> <tr> <td>pH al 1%</td> <td>3.5</td> <td>3.5</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>Granulometría</td> <td>100% pasa la malla 4, Menos del 10% inferior a</td> <td>Solución al 48.2% del</td> <td>Solución al 46.6% del</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO A SÓLIDO	TIPO B SÓLIDO	TIPO A LÍQUIDO	TIPO B LÍQUIDO	Color	Blanco Café	Transparente	Café	Densidad	1.1 aparente	1.1 aparente	1.33 a 20°C	pH al 1%	3.5	3.5	2.4	Granulometría	100% pasa la malla 4, Menos del 10% inferior a	Solución al 48.2% del	Solución al 46.6% del
TIPO A SÓLIDO	TIPO B SÓLIDO	TIPO A LÍQUIDO	TIPO B LÍQUIDO																		
Color	Blanco Café	Transparente	Café																		
Densidad	1.1 aparente	1.1 aparente	1.33 a 20°C																		
pH al 1%	3.5	3.5	2.4																		
Granulometría	100% pasa la malla 4, Menos del 10% inferior a	Solución al 48.2% del	Solución al 46.6% del																		
<b>FECHA</b>	<b>REALIZO</b>	<b>ACTUALIZO</b>																			
2012/03/ 03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Iván Darío Ospina																			
Cra. 50C N° 10 Sur-18 Tels: 361 07 11 Fax: 285 64 74 mail: <a href="mailto:iospina@dqisa.com">iospina@dqisa.com</a> Medellín - Colombia.																					

## 5. APLICACIONES

Uno de los principales usos del sulfato de aluminio, es el tratamiento de aguas, para consumo humano y para fines industriales

También se utiliza en la fabricación de papel en conjunto con unas resinas llamadas encolantes, proporcionándole al papel resistencia a la penetración por el agua y unas buenas condiciones para fijar los colores.

Como coagulante en la manufactura de caucho sintético

Para la fabricación de sales dobles, sulfatos de amonio y aluminio, y potasio y aluminio

Para la purificación de la glicerina y como retardante del fuego.

## 6. EFECTOS SOBRE LA SALUD

### Efectos potenciales sobre la salud

Peligroso en caso de contacto con los ojos (irritante)

### Inhalación:

El producto líquido presenta poca presión de vapor. No se conocen datos de irritación.

### Ingestión:

La ingestión puede causar daño al tracto digestivo

### Contacto con la piel:

El contacto directo con la piel puede causar daños a ella, el contacto con una herida no es peligroso, pero si es irritante fuerte

### Contacto con los ojos:

El contacto con los ojos puede ocasionar lesiones graves, incluso la pérdida de la visión.

## 7. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**En caso de inhalación:** trasladar a la víctima al aire fresco, tranquilizarla y colocarla en posición medio sentada, llevarla inmediatamente al hospital.

**En caso de contacto con la piel:** retirar inmediatamente la ropa contaminada y lavar con abundante agua. Consultar con un médico.

FECHA	REALIZO	ACTUALIZO
2012/03/ 03	L.Q. Iván Darío Ospina	L.Q. Iván Darío Ospina

Cra. 50C Nº 10 Sur-18 Tels: 361 07 11 Fax: 285 64 74  
mail: [iospina@dqisa.com](mailto:iospina@dqisa.com) Medellín - Colombia.



DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS  
INDUSTRIALES S.A.

**En caso de contacto con los ojos:** lavar inmediatamente con abundante agua, también sobre los párpados durante 15 minutos. Consulta al médico.

**En caso de Ingestión:** no inducir al vómito. Beber agua como precaución. Consultar al médico.

## 8. EXPLOSIVIDAD E INCENDIO

El producto en si arde cuando se ve involucrado en un incendio, se deben tomar las medidas necesarias según el incendio del entorno, enfriar los envases y depósitos lindantes con agua pulverizada.

Para atacar el incendio se puede utilizar agua, polvo químico seco, dióxido de carbono

## 9. MEDIDAS PARA ATENDER DERRAMES

Si se ha producido un derrame o una fuga, se deberán tomar las siguientes medidas:

Evacuar o aislar el área de peligro.

Restringir el acceso de personas innecesarias y sin la debida protección.

No incorporar a la canalización o desagüe. Recoger el líquido procedente de una fuga en recipientes herméticos, neutralizar con precaución con solución cáustica (carbonato de sodio), sólo bajo la responsabilidad de un experto o eliminar el residuo con abundante agua.

## 10. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

El producto se debe almacenar en zona ventilada, a temperaturas frescas, no muy superiores a la temperatura ambiente, alejado de fuentes de calor y de ignición.

Se debe evitar que el producto entre en contacto con los ojos, nariz y piel.

## 11. MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| a. Protección Respiratoria           | En caso de ventilación insuficiente tener un aparato de respiración                         |
| b. Protección de Manos               | Guantes a prueba de ácido   |
| c. Protección de los ojos            | Anteojos de seguridad, o careta   |
| d. Protección de la piel y el cuerpo | Ropa de protección, tal como guantes, delantal de caucho, chaquetas y zapatos de seguridad. |

FECHA	REALIZO	ACTUALIZO
2012/03/ 03	L.Q. Iván Darío Ospina	L.Q. Iván Darío Ospina

Cra. 50C N° 10 Sur-18 Tels: 361 07 11 Fax: 285 64 74  
mail: [iospina@dqisa.com](mailto:iospina@dqisa.com) Medellín • Colombia.

## 12. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad:** Estable a temperaturas y presiones normales.

**Peligros por descomposición:** Oxidos de azufre, metales álcalis. La solución en agua es un medio fuertemente ácido.

**Incompatibilidad:** Agentes fuertemente oxidantes. Reacciona con álcalis y ataca a muchos metales en presencia de agua.

**Condiciones a evitar:** Materiales incompatibles y condiciones contaminantes.

## 13. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Los sulfatos no son tóxicos aunque pueden producir irritación nasal suave. El sulfato de aluminio no es peligroso manejarlo, pero como se trata de una sal ácida, debe ser manejado con cuidado, ya que irrita los ojos, la piel y las mucosas.

## 14. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Si el producto es liberado al ambiente tanto en agua como en tierra se biodegrada rápidamente, formando sulfatos y aluminosilicato.

## 15. DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final debe realizarse de acuerdo a la normatividad de los organismos de control del distrito, no descargar en drenajes. ¡Riesgo de explosión!

## 16. CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD Y TRANSPORTE

No transportar con alimentos y piensos.

El sulfato de aluminio debe ser transportado en tambores o tanques herméticamente sellados, para evitar derrames.

### NFPA

Peligro para la salud	2
Peligro de inflamabilidad	0
Peligro de reactividad	0
Disposiciones especiales de reactividad	Ninguna

### INFORMACIÓN ADICIONAL

FECHA	REALIZO	ACTUALIZO
2012/03/ 03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Iván Darío Ospina

Cra. 50C N° 10 Sur-18 Tels: 361 07 11 Fax: 285 64 74  
mail: [iospina@dqisa.com](mailto:iospina@dqisa.com) Medellín - Colombia.



Los datos proporcionados en esta hoja, son tomados de fuentes confiables y representan la mejor información conocida actualmente sobre la materia, este documento debe utilizarse solo como guía para la manipulación del producto con la precaución adecuada, **DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES** no asume responsabilidad alguna por reclamos, pérdidas o daños que resulten del uso inapropiado de la mercancía y/o de un uso distinto para el que fue concebida. El usuario debe hacer sus propias investigaciones para determinar la aplicabilidad de la información consignada en la presente hoja según sus propósitos particulares

#### **BIBLIOGRAFIA**

Diccionario de Química y de Productos Químicos. Gessner G. Hawley  
[http://www.proquimsaec.com/PDF/HojaSeguridad/HS\\_Sulfato\\_de\\_Aluminio\\_Liquido.pdf](http://www.proquimsaec.com/PDF/HojaSeguridad/HS_Sulfato_de_Aluminio_Liquido.pdf)  
[http://www.isquisa.com/site/files/productos/Datos\\_de\\_Seguridad\\_Sulfato\\_de\\_Aluminio\\_Liquido\\_Libre\\_de\\_Fierro.pdf](http://www.isquisa.com/site/files/productos/Datos_de_Seguridad_Sulfato_de_Aluminio_Liquido_Libre_de_Fierro.pdf)

FECHA	REALIZO	ACTUALIZO
2012/03/ 03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Iván Darío Ospina

Cra. 50C. N° 10 Sur-18 Tels: 361 07 11 Fax: 285 64 74  
mail: [iospina@dqisa.com](mailto:iospina@dqisa.com) Medellín - Colombia.

FIGURA 5. FICHA TÉCNICA REFRIGERANTE 22

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD</b>	Código: ER-HS-03 Versión: 0 Página: 1/8
--	-----------------------------------	---

## REFRIGERANTE 22

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO

**Identificación del Material**

Número CAS	: 75-45-6
ICSC	: 0049
Fórmula	: CHClF <sub>2</sub>
Peso Molecular	: 86.47
Familia química	: Hidroclorofluorocarbonados
Nombre químico	: Clorodifluorometano

**Sinónimos**

HCFC 22  
R-22

**Nombres comerciales**

Genetron® 22  
Freon® 22  
Dymel® 22

**Importado y distribuido por:**

Cabarría IQA S.A.  
Km 6 Vía Cajica - Zipaquirá  
PBX: 3190100  
FAX: 3190100-1  
Cundinamarca - Colombia

**Teléfonos Emergencia**

<b>CISPROQUIM</b>	<b>Tel: 01-8000-916012</b>	<b>CISTEMA</b>	<b>Tel: 01-8000-941414</b>
(24 horas)	<b>2886012</b>	(24 horas)	<b>01-8000-511414</b>

### 2. COMPOSICIÓN / IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA

Material	Número CAS	% Presente (peso)
Clorodifluorometano* (HCFC-22)	75-45-6	100

\*Regulado como un producto químico tóxico según la sección 313 Título II del Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986 y el 40 CFR parte 342, Estados Unidos de América.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

**ADVERTENCIA!**

Líquido y gas bajo presión, el sobrecalentamiento ó la sobrepresión pueden causar una liberación del gas ó un violento estallido del cilindro. Puede descomponerse al contacto con llamas ó superficies metálicas extremadamente calientes, produciendo productos tóxicos y corrosivos. Los vapores son más densos que el aire, reducen el oxígeno disponible para respirar y pueden causar asfixia en espacios confinados. Es nocivo por inhalación y puede causar arritmia cardíaca, inconciencia ó muerte. El contacto del líquido con los ojos ó la piel puede causar congelación.

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD</b>	Código: ER-HS-03 Versión: 0 Página: 2/8
---	-----------------------------------	---

**REFRIGERANTE 22**

**EFFECTOS POTENCIALES A LA SALUD**

Se espera que la inhalación y el contacto con la piel sean las rutas primarias de exposición para este producto.

**INHALACIÓN**

La inhalación de altas concentraciones de vapor es nociva y puede llegar a causar irregularidades cardíacas, inconsciencia e incluso la muerte. El uso inadecuado intencional y la inhalación deliberada de este producto pueden ocasionar una muerte sin previo aviso. El vapor reduce la disponibilidad de oxígeno para respirar ya que es más pesado que el aire. El contacto con el líquido puede producir congelación instantánea.

La sobre exposición vía inhalación puede ocasionar una depresión temporal del sistema nervioso con efectos similares a los ocasionados por la anestesia; mareo, dolor de cabeza, confusión, falta de coordinación y pérdida del conocimiento.

**CONTACTO CON LA PIEL**

El contacto con el líquido puede causar congelamiento.

**CONTACTO CON LOS OJOS**

El contacto con los ojos puede causar irritación severa y congelamiento.

**EFFECTOS ADICIONALES A LA SALUD**

Los individuos que padezcan de disturbios del sistema nervioso central preexistentes o del sistema cardiovascular pueden tener un aumento en la susceptibilidad a la toxicidad originada por el exceso de vapores.

**4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

**INHALACIÓN**

Si altas concentraciones son inhaladas, inmediatamente mueva a la persona a un área donde encuentre aire fresco y manténgala tranquila. En caso de que no esté respirando, dé respiración artificial. Si se dificulta la respiración, administre oxígeno. Llame a un médico.

**CONTACTO CON LA PIEL**

En caso de contacto, lave el área afectada con abundante agua tibia (no caliente), ó use otros métodos para calentar la piel lentamente. Si se presenta congelación por el líquido ó irritación llame a un médico.

**CONTACTO CON LOS OJOS**

En caso de contacto, lave los ojos inmediatamente con abundante agua. Si se presenta irritación llame a un médico.

**INGESTIÓN**

La ingestión es poco probable que ocurra debido a las propiedades físicas del material.

**Notas a los médicos:**

Debido al posible aumento en el riesgo de incurrir en disritmias cardíacas, medicamentos como la adrenalina, epinefrina ó drogas similares deben ser usados con especial precaución en situaciones de emergencia.



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Código: ER-HS-03  
Versión: 0  
Página: 4/8

### REFRIGERANTE 22

#### ALMACENAMIENTO

No almacene los cilindros directamente bajo el sol ni los exponga a una temperatura mayor a 50°C (120°F). Mantenga lejos del calor, chispas ó llamas. No reutilice los cilindros.

#### 8. CONTROL POR EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

##### CONTROLES DE INGENIERÍA

La ventilación normal para el proceso de manufactura estándar es generalmente adecuada. Ventilación mecánica debe ser usada en lugares confinados ó de poca altura.

##### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Guantes impermeables son recomendados cuando se maneje líquido. Gafas apropiadas para el manejo de sustancias químicas deben ser usadas si existe la posibilidad de contacto entre el líquido y los ojos. Bajo condiciones normales de manufactura, ninguna protección respiratoria es requerida para el manejo de este producto. Un aparato de respiración autónoma (SCBA) es requerido si una descarga grande de producto se libera.

##### LIMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

PEL (OSHA)	: Ninguno Establecido
TLV (ACGIH)	: 1000 PPM, 3540 mg/m <sup>3</sup> , 8 Hrs. TWA

TWA (time-weighted average): Concentración máxima ponderada para trabajos de 8 horas diarias y 40 horas a la semana

PEL (Permissible Exposure Limit): Límite de exposición permisible definido por OSHA

TLV : Valor umbral límite. Máxima concentración de un material en el aire a la cual se puede permitir la exposición de los trabajadores sin ocasionar efectos adversos.

#### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

##### Datos Físicos

Punto de Ebullición	: -40.8 °C (-41.4 °F)
Presión de Vapor	: 151 psia a 25°C (77°F)
Densidad de Vapor	: 3.03 (Aire = 1) a 25°C (77°F)
% de Volátiles	: 100% en Peso
Razón de Evaporación	: >1 (CCl <sub>4</sub> = 1)
Solubilidad en Agua	: 0.3 % en peso a 25°C (77°F)
pH	: Neutral
Olor	: Ligeramente a éter
Forma	: Gas Licuado
Color	: Claro, incoloro
Densidad de Líquido	: 1.194 g/cc a 25 °C (77 °F)

#### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

##### ESTABILIDAD QUÍMICA

Este material es químicamente estable bajo condiciones específicas de almacenamiento, embarcación y/o uso.

## ANEXO D

### Cotizaciones



**FECHA: 15-11-2017**

#### **Señores**

Angie Herrera

Cotización No: 157 |

Desde hace 20 años, Spartan Colombia ha venido ofreciendo al mercado nacional productos y programas de la más alta calidad en áreas de mantenimiento, limpieza y desinfección industrial e institucional.

Spartan Colombia trabaja bajo la licencia de **Spartan Chemical Company Inc.** Situada en Maumee, Ohio, Estados Unidos. Somos una empresa que está constantemente desarrollando productos y sistemas innovadores, cada vez más eficaces, brindando soluciones al mercado con conciencia ambiental, a través de un amplio portafolio de productos y servicios, ofrecemos protocolos integrales de aseo y desinfección para lograr la bioseguridad en los procesos y necesidades específicas de los sectores: institucional, industrial, hospitalario, alimenticio, agrícola.

Como aliados estratégicos buscamos proteger la buena imagen de nuestros clientes para contribuir en su éxito bajo el compromiso de trabajo con alta tecnología, investigación, calidad, soporte técnico y responsabilidad ambiental en el desarrollo de los procesos.

Agradecemos de antemano la oportunidad de permitirnos de presentar de manera más detallada los productos y servicios que ofrecemos a su compañía, esperamos serles útiles en este proceso y poder apoyarlos en todo lo que se refiere a Limpieza y Desinfección, estamos atentos a cualquier inquietud que se les presente, y esperamos prontamente implementar los programas que Spartan Colombia ha desarrollado para ustedes.

A continuación relacionamos los valores agregados y condiciones comerciales que ofrecemos a todos nuestros clientes, de igual forma se adjunta la propuesta de productos de L & D, con las descripciones y unidades de medida contenidos en su Plan de Compras.

#### **VALORES AGREGADOS**

#### **DOCUMENTOS SOPORTE REQUERIDOS POR ENTIDADES DE VIGILANCIA Y CONTROL.**

- ✓ Fichas técnicas y hojas de seguridad de cada uno de los productos.
- ✓ Curvas de biodegradabilidad y certificados concentración mínima inhibitoria de los productos a que corresponda.



CODIGO	PRODUCTO	DESCRIPCION	PRESENTACION	PRECIO VENTA
32504	CLORIN 6%	DESINFECTANTE PARA SUPERFICIES. CONTIENE HIPOCLORITO DE SODIO AL 6%	GALON	\$ 18.050 + iva
32505	CLORIN 6%	DESINFECTANTE PARA SUPERFICIES. CONTIENE HIPOCLORITO DE SODIO AL 6%	5 GALONES	\$ 83.850 + iva
32507	CLORIN 6%	DESINFECTANTE PARA SUPERFICIES. CONTIENE HIPOCLORITO DE SODIO AL 6%	15 GALONES	\$ 238.850 + iva
59134	CONSUME LIQ	TRATAMIENTO LÍQUIDO PARA DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	GALON	\$ 102.750
59135	CONSUME LIQ	TRATAMIENTO LÍQUIDO PARA DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	5 GALONES	\$ 488.050

CODIGO	PRODUCTO	DESCRIPCION	PRESENTACION	PRECIO VENTA
01	DILUSOR 2 PUNTOS	EQUIPO DILUSOR PARA DESINFECTANTE Y DETERGENTE	2 PUNTOS	\$ 400.000
02	PISTOLA ATOMIZADOR	PISTOLA	LITRO	\$ 2.330
03	ENVASE ATOMIZADOR	RECIPIENTE PARA PISTOLA DE ATOMIZADOR	LITRO	\$ 2.247
04	PROBETA	PROBETA PLATICA AFORADA	100 ML	\$ 4.000
05	DISPENSADOR DE LLENADO	JABONERA	500 ML	\$ 38.841

