



**Diseño e implementación del programa para el manejo integral de residuos líquidos en la
empresa Productos Alimenticios Sevilla**

Yury Milena Restrepo García

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Ambiental

Asesor

Astrid Lorena Macias Ospina, Ingeniera Sanitaria

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería Ambiental

Medellín, Antioquia

2023

Cita	(Restrepo García, 2023)
Referencia	Restrepo García, Y. M. (2023). <i>Diseño e implementación del programa para el manejo integral de residuos líquidos en la empresa Productos Alimenticios Sevilla, 2016 - 2023</i> [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/director: Julio Cesar Saldarriaga Molina

Jefe departamento: Lina Berrouet Cadavid

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a mi esposo Yeison. A lo largo de esta travesía académica, has sido mi mayor fuente de apoyo, aliento y motivación. Tus palabras de aliento y tus abrazos reconfortantes han sido fundamentales para mantenerme enfocada y superar los desafíos. Tu paciencia y comprensión durante las largas horas de estudio y las ausencias en casa han sido invaluable. Gracias por estar a mi lado, por creer en mí y por ser mi sostén en los momentos más difíciles. Este logro es nuestro, y te dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud. ¡Te amo!

Agradecimientos

La vida esta plegada de constantes retos, estudiar en la universidad es uno de ellos. Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la UdeA por su compromiso con la excelencia académica y por permitir desarrollarme profesionalmente en ella.

Agradezco profundamente a mis profesores, asesores, compañeros y todos aquellos que en su momento me orientaron, apoyaron y aportaron conocimientos desde sus diferentes roles. Sin el apoyo y contribución de todos los mencionados no habría sido posible la obtención de mi título como ingeniera ambiental. Estoy verdaderamente agradecida y honrada de haber tenido la oportunidad de trabajar con personas tan increíbles y en una institución tan prestigiosa.

¡Mil gracias a todos!

Tabla de contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1 Objetivos	16
1.1 Objetivo general	16
1.2 Objetivos específicos	16
2 Marco teórico	17
2.1. Aguas en la industria alimentaria	17
2.2. Normatividad actual vigente en vertimientos	17
2.2.1. Agua Residual Doméstica (ARD)	17
2.2.2. Agua Residual No Doméstica (ARnD)	18
2.3. Límites máximos permisibles según la normatividad	18
2.4. Tratamiento de aguas residuales industriales	19
2.4.1. Tratamiento preliminar	20
2.4.2. Tratamiento primario	20
2.4.3. Tratamiento secundario	20
2.4.4. Tratamiento terciario	21
2.5. Tratamiento de aguas residuales en productos alimenticios Sevilla	21
2.5.1. Componentes del sistema de tratamiento del agua residual	23
2.5.1.1. Pretratamiento	24
2.5.1.2. Tratamiento primario: Coagulación, neutralización y floculación	26
2.5.1.3. Tratamiento Primario Avanzado: Sistema de flotación por Aire Disuelto (DAF)	26
2.5.1.3.1. Tratamiento de lodos	27

2.5.1.4. Tratamiento terciario: Filtración	28
2.6. Programa para el manejo integral de residuos líquidos en la empresa Productos Alimenticios Sevilla	29
3. Metodología	30
3.1 Diagnóstico	30
3.2. Segregación	30
3.3. Cuantificación	30
3.4. Registro, control y verificación	30
3.5. Tratamiento y disposición final	30
3.6. Diseño e implementación del programa	31
4 Resultados	32
4.1. Diagnóstico	32
4.1.1. Antecedentes	32
4.1.2. Condiciones actuales y recomendaciones de los componentes del sistema PTARnD	33
4.1.2.1. Fase de pretratamiento	34
4.1.2.2. Fase de tratamiento primario	34
4.1.2.3. Fase de tratamiento primario avanzado	34
4.1.2.4. Fase de tratamiento terciario	35
4.1.2.5. Otros componentes	35
4.2. Segregación	37
4.3 Cuantificación	39
4.3.1. Instalación de un contador de agua	39
4.3.2. Registro regular de los datos del contador	39
4.3.3. Cálculo de la cantidad de agua tratada	40
4.3.4. Análisis y reporte de datos	40

4.3.5. Proveedores y cotización	40
4.4. Registro, control y verificación	41
4.5. Tratamientos y disposición final	43
4.6. Diseño e implementación del programa	45
4.6.1. Diseño del programa integral de manejo de residuos líquidos	45
4.6.2. Implementación y monitoreo	46
5 Análisis	52
6 Conclusiones	53
Referencias	55
Anexos	56

Lista de tablas

Tabla 1 Objetivos de los procesos de pretratamiento.	20
Tabla 2 Resultados de caracterización de aguas de residuales no domésticas.	33
Tabla 3 Cotización de contador de agua	41
Tabla 4 Aforo de consumo químico de Coagulante CF34	47
Tabla 5 Aforo de consumo químico de Soda Cáustica.	47

Lista de figuras

Figura 1 Límites máximos permisibles para el tipo de actividad de -Ganadería de bovinos y porcinos – Beneficio dual y Ganadería de aves de corral – Beneficio-	19
Figura 2 Esquema de generación de aguas residuales – Planos Hidráulicos	21
Figura 3 Diagrama conceptual del sistema de tratamiento	22
Figura 4 Esquema visual de la planta de tratamiento de agua residual no doméstica	23
Figura 5 Diagrama de flujo del sistema de tratamiento	23
Figura 6 Tanques de recepción de agua cruda residual	24
Figura 7 Trampa de grasa y trampa se sólidos	25
Figura 8 Tanque 3 homogeneizador de agua cruda residual	25
Figura 9 Tanque de calamidad	25
Figura 10 Mezclador estático – Serpentín y bombas dosificadoras	26
Figura 11 Celda de Flotación por aire Disuelto	27
Figura 12 Big-Bag	28
Figura 13 Filtro multimedia de arena y antracita	28
Figura 14 Diagrama de flujo de la metodología	31
Figura 15 Acta de asistencia capacitación de residuos sólidos, líquidos y normatividad legal vigente.	38
Figura 16 Evidencia fotográfica de capacitaciones al personal.	38
Figura 17 Diseño de formato propuesto para lectura de contador de agua residual	39
Figura 18 Reporte de novedades y daños de la planta de tratamiento de agua residual.	42
Figura 19 Gráfica mensual de generación de lodos	43
Figura 20 Acta de asistencia de capacitación sobre el uso de Cal para control de olores. }	44
Figura 21 Formato de control de aplicación de cal a lodos generados	45
Figura 22 Acta de asistencia de capacitación sobre manejo de PTAR	46

Figura 23	Formato de seguimiento y operación de parámetros fisicoquímicos del STARnD	48
Figura 24	Formato de seguimiento y operación de parámetros fisicoquímicos del STARnD	48
Figura 25	Consumo de coagulante CF34	49
Figura 26	Comportamiento mensual de pH y temperatura del afluente	49
Figura 27	Comportamiento mensual del pH y temperatura del efluente	51

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ARD	Agua residual doméstica
ARnD	Agua residual no doméstica
DAF	Celda de difusión de aire comprimido disuelto
EPM	Empresas públicas de Medellín
PTAR	Planta de tratamiento de agua residual
PTARI	Planta de tratamiento de agua residual industrial
PTARnD	Planta de tratamiento de agua residual no domestica
RAS	Reglamento técnico de agua y saneamiento
Res.	Resolución
STARnD	Sistema de tratamiento de agua residual no doméstica
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

La empresa Productos Alimenticios Sevilla S.A., ubicada en la ciudad de Medellín, se dedica a la producción y comercialización de derivados cárnicos, con especialización en la elaboración de embutidos de cerdo. Como parte de sus operaciones, la empresa genera aguas residuales no domésticas derivadas del lavado de equipos e instalaciones. Estas aguas residuales son descargadas al alcantarillado de EPM. El presente trabajo surge como respuesta a la necesidad de diseñar e implementar un programa integral de manejo de residuos líquidos. El objetivo principal es diseñar e implementar el Programa de Manejo integral de Residuos Líquidos en la empresa Productos Alimenticios Sevilla S.A, mientras se describen las operaciones y los procesos que forman parte del tratamiento del agua residual generada por las diferentes actividades operacionales de la empresa., con el propósito de mejorar la gestión ambiental y garantizar el cumplimiento de las regulaciones aplicables. El programa incluyó políticas, procedimientos y lineamientos específicos para el manejo de residuos líquidos. Se brindó capacitación al personal de la empresa para asegurar que estuvieran informados y capacitados sobre las prácticas adecuadas de separación, manipulación y disposición de los residuos líquidos. Además, se implementó un sistema de monitoreo regular para evaluar el cumplimiento del programa y medir su efectividad. Se verificó el cumplimiento de los estándares de calidad del agua y otras regulaciones ambientales. El programa contribuyó a mejorar la gestión ambiental de la empresa en general, lo que permitió fortalecer la cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en la compañía.

Palabras clave: Residuos líquidos, Planta de Tratamiento de Agua Residual no Doméstica (PTARnD), vertimiento, normativa, alcantarillado.

Abstract

Productos Alimenticios Sevilla S.A., located in the city of Medellín, is engaged in the production and marketing of meat products, specializing in the production of pork sausages. As part of its operations, the company generates non-domestic wastewater from washing equipment and facilities. This wastewater is discharged into the EPM sewage system. This work arises in response to the need to design and implement a comprehensive liquid waste management program. The main objective is to design and implement the Integral Liquid Waste Management Program in the company Productos Alimenticios Sevilla S.A., while describing the operations and processes that are part of the treatment of wastewater generated by the different operational activities of the company, with the purpose of improving environmental management and ensuring compliance with applicable regulations. The program included specific policies, procedures, and guidelines for liquid waste management. Training was provided to company personnel to ensure that they were informed and trained on proper practices for separating, handling, and disposing of liquid waste. In addition, a regular monitoring system was implemented to evaluate compliance with the program and measure its effectiveness. Compliance with water quality standards and other environmental regulations was verified. The program contributed to improving the company's environmental management in general, which strengthened the company's culture of sustainability and environmental responsibility.

Keywords: Liquid waste, Non Domestic Wastewater Treatment Plant (NDWTP), discharge, regulations, sewage.

Introducción

El suministro de agua en cantidad y calidad adecuada es una prioridad que demanda la humanidad. Ya logrado este objetivo, surge otro no menos importante, que consiste en la remoción y/o eliminación de los contaminantes que se vierten a las fuentes superficiales al hacer uso de este recurso, estos vertimientos pueden causar diversidad de enfermedades e impactos negativos al medio ambiente (Nunez, 2023). Según la Organización Mundial de la Salud (2022) el agua para consumo humano microbiológicamente contaminada puede transmitir diversas enfermedades y, según se calcula, causa 485 000 muertes por diarrea cada año. Aunque los riesgos químicos más importantes para este tipo de agua provienen del arsénico, el fluoruro o el nitrato, nuevos contaminantes, como productos farmacéuticos, pesticidas, sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) y los microplásticos son motivo de preocupación pública.

En los últimos años, la humanidad ha mostrado preocupación e interés y está tratando de resolver los problemas ambientales y de salud ocasionados con los efluentes líquidos provenientes de los diferentes usos dados al recurso hídrico para las actividades domésticas e industriales. Según el Banco mundial (2020), de toda el agua residual del mundo, el 80% se vierte al medio ambiente sin un tratamiento previo adecuado, contaminando las fuentes hídricas con sustancias como detergentes, grasas, aceites, sustancias químicas, entre otros. Esta contaminación química del medio ambiente se ha convertido en uno de los problemas globales más urgentes de la humanidad, debido a que las fuentes de agua (ríos, lagos, mares), no pueden absorber y neutralizar esta carga contaminante, y por ello estas masas de agua han perdido sus condiciones naturales físicas y su capacidad para sustentar la vida acuática, que pueda responder al equilibrio ecológico que de ellas se espera para preservar los cuerpos de agua (Elieser, 2014).

Las aguas de desecho dispuestas en una corriente superficial sin ningún tratamiento ocasionan graves inconvenientes de contaminación que afectan la flora y la fauna. Estas aguas residuales, antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para evitar que su disposición cause los problemas antes mencionados. El grado de tratamiento requerido en cada caso para las aguas residuales deberá responder a las condiciones que acusen los receptores en los cuales se haya producido su vertimiento.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser diseñadas, construidas y operadas con el objetivo de convertir el líquido cloacal proveniente del uso de las aguas de abastecimiento, en un efluente final aceptable, y para disponer adecuadamente de los sólidos ofensivos que necesariamente son separados durante el proceso. Esto obliga a satisfacer normas y reglamentos, como la Resolución 0631 de 2015, que tienen la capacidad de garantizar la preservación de las aguas tratadas al límite de que su uso posterior no sea descartado.

Productos Alimenticios Sevilla, empresa dedicada al procesamiento y comercialización de derivados cárnicos en el Departamento de Antioquia y sus alrededores (Faizan, 2022), involucra importantes impactos ambientales derivados de sus diferentes procesos productivos, como la generación de residuos líquidos y sólidos, consumo de recursos naturales y afectaciones a la calidad del aire. Como consecuencia, se crea una política ambiental, la cual propone implementar Buenas Prácticas Ambientales que ayuden a mitigar, controlar, evitar, y compensar los impactos significativos que pueden derivarse de estas. Para implementar esta política ambiental dentro de la empresa, se conformó un Sistema de Gestión Ambiental, que consta de la elaboración de Programas Ambientales que ayuden con la mejora continua de buenas prácticas en los diferentes procesos productivos.

No obstante, la empresa cuenta con una planta de tratamiento de agua residual no doméstica (PTARnD), la cual garantiza adecuada gestión del residuo líquido de manera ambientalmente razonable y responsable, causando el menor impacto posible y procurando la mayor efectividad económica, social y ambiental, dando cumplimiento a los parámetros establecidos de vertimientos por la normatividad ambiental vigente. Sin embargo, a pesar de contar con las herramientas necesarias y suficientes apenas se cuenta con un plan parcial de manejo integral para los residuos líquidos, el cual es de suma importancia, ya que permite hacer seguimiento y servir como línea base para la implementación de acciones dirigidas hacia la mejora, evaluación de eficiencias de remoción y toma de decisiones.

Expuesto lo anterior, es necesario diseñar e implementar diferentes programas; para este caso el programa de manejo integral de residuos líquidos, el cual, es una herramienta de planeación y gestión que permite a las entidades identificar y cuantificar los tipos de residuos líquidos que se están generando a través del desarrollo de sus actividades, con el objeto de realizar control sobre el manejo y disposición de estos residuos (Fonfría & de Pablo Ribas, 1989). En este trabajo se diseñó e implementó el programa de residuos líquidos a través de diferentes estrategias y

metodologías que permitieron mejorar la gestión ambiental de la empresa, garantizar el cumplimiento normativo y promover la adopción de prácticas responsables en el manejo de los residuos líquidos. A través de estrategias y metodologías efectivas, se ha logrado reducir el impacto ambiental de los residuos y contribuir a la protección del medio ambiente

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar e implementar el Programa de manejo integral de residuos líquidos adaptado a las necesidades y características específicas de Productos Alimenticios Sevilla S.A, considerando aspectos técnicos, ambientales, económicos y legales.

1.2 Objetivos específicos

- Establecer indicadores de seguimiento y evaluación para medir el desempeño del programa de manejo de residuos líquidos, permitiendo realizar un monitoreo periódico de los avances y realizar ajustes necesarios.
- Realizar verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos para garantizar la calidad del agua residual.
- Capacitar al personal de la empresa en las prácticas de manejo integral de residuos líquidos, promoviendo la conciencia ambiental y la adopción de buenas prácticas en todas las etapas del proceso.
- Documentar y sistematizar el proceso de desarrollo e implementación del programa de manejo integral de residuos líquidos en la empresa, generando información y conocimiento que pueda ser utilizado como referencia en futuros proyectos o iniciativas similares.

2 Marco teórico

2.1. Aguas en la industria alimentaria

En la industria alimentaria el agua es utilizada para infinidad de usos. Desde la preparación de alimentos, procesos de limpieza de instalaciones y superficies, entre otras (Lucas & García, 2018), por lo cual el sistema de abastecimiento de agua potable debe ser garantizado para llevar a cabo los diferentes procesos.

El agua de abastecimiento de entrada al proceso productivo cuenta con algunas condiciones de calidad e inocuidad, sin embargo, el agua de salida no cuenta con las mismas condiciones, precisamente por el uso que se le da mediante las diferentes actividades productivas, por tal razón se debe tener en cuenta que todas las industrias que realizan descargas a cuerpos de aguas y/o a la red de alcantarillado público deben cumplir con lo estipulado en la legislación ambiental sobre vertimientos.

2.2. Normatividad actual vigente en vertimientos

En Colombia los instrumentos regulatorios en vertimientos han estado en vigencia desde 1984 cuando fue expedido el Decreto 1594 de 1984. Ahora la secretaria Distrital de Ambiente y el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible emitieron las Resoluciones 3956 de 2009 y 0631 de 2015 respectivamente, las cuales han sido el principal medio para controlar la contaminación de las aguas y vertimientos.

Ahora bien, teniendo en cuenta la normatividad ambiental vigente y según el tipo de actividad de Productos Alimenticios Sevilla -Ganadería de bovinos y porcinos – Beneficio dual y Ganadería de aves de corral – Beneficio- (**Figura I**). Los residuos líquidos generados en la empresa se clasifican de dos formas: Aguas residual doméstica (ARD) y agua residual no doméstica (ARnD).

2.2.1. Agua Residual Doméstica (ARD)

Se producen en esencia por el metabolismo humano y por servicios de saneamiento de las instalaciones, como descarga de inodoros, lavamanos, cocina y lavado (Resolución 0631, 2015). Suelen generarse en la parte administrativa, en la zona de baños y comedor. Se compone principalmente de material orgánico, nutrientes vegetales, sales minerales, orín,

heces, mezcla de jabones, aceites y grasas. Estos residuos líquidos se vierten directamente al alcantarillado de EPM (Faizán, 2022).

2.2.2. Agua Residual No Doméstica (ARnD)

Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas (Resolución 0631, 2015). Se generan como resultado de lavado en la planta de producción, del sistema de enfriamiento y preparación del producto. Adicionalmente, se realiza limpieza y desinfección de la maquinaria, equipos e implementos, por lo que se requiere el uso constante de detergentes, jabones, sustancias ácidas y alcalinas para garantizar el saneamiento e inocuidad de estos. Posteriormente, estos residuos líquidos, son descargados a los tanques de almacenamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para su debida gestión y finalmente el vertido a la red de alcantarillado de EPM (Faizán, 2022).

2.3. Límites máximos permisibles según la normatividad

En el artículo 9 de la Resolución 0631 de 2015 se especifican los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permitidos para los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas provenientes de actividades productivas de agroindustria y ganadería a cuerpos de aguas superficiales. En el caso de la empresa, se encuentra clasificada dentro de las categorías de Ganadería de bovinos y porcinos - Beneficio dual y Ganadería de aves de corral - Beneficio, según lo establecido en el artículo 9 de dicha resolución (**Figura 1**). Además, el artículo 16 de la Resolución 0631 de 2015 establece los valores máximos permitidos corregidos para los vertimientos en alcantarillado público.

Figura 1 Límites máximos permisibles para el tipo de actividad de -Ganadería de bovinos y porcinos – Beneficio dual y Ganadería de aves de corral – Beneficio-

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
Generales				
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 ₂	800,00	400,00	650,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	450,00	200,00	300,00
Sólidos Suspendidos 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
Compuestos de Fósforo				
Ortofosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno				
Nitratos (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO ₂ ⁻)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Iones				
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	600,00	250,00	250,00
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	500,00	250,00	250,00
Otros Parámetros para Análisis y Reporte				
Acidez Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Cálctica	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m ⁻¹	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

Nota. Fuente: Resolución 0631 de 2015.

2.4. Tratamiento de aguas residuales industriales

El tratamiento de aguas residuales o depuración de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua, separando la carga orgánica y eliminando al máximo la cantidad de residuos contaminantes para dar cumplimiento a normatividades vigentes (RAS, 2000).

Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR realiza la limpieza del agua usada y las aguas residuales para que pueda ser devuelto de forma segura a las fuentes superficiales (Rojas & Mendoza, 2015). Para ello, existen principalmente 3 tipos de tratamiento de aguas residuales: Tratamiento Primario, Tratamiento Secundario y Tratamiento Terciario, algunos consideran un cuarto tipo antes del tratamiento primario: Tratamiento preliminar.

2.4.1. Tratamiento preliminar

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de tratamiento y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de las plantas de tratamiento (Rojas, 2002). Los objetivos de tratamiento de las unidades preliminares se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1 *Objetivos de los procesos de pretratamiento.*

PROCESO	OBJETIVO
Rejas o tamices	Eliminación de sólidos gruesos
Triturados	Desmenuzamiento de sólidos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravilla
Desengrasadores	Eliminación de aceites y grasas
Preaeración	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

Nota. Fuente: <https://n9.cl/8kalp> (Rojas, 2002).

2.4.2. Tratamiento primario

Tiene como objetivo la remoción por medios físicos o mecánicos de una parte sustancial del material sedimentable o flotante. Es decir, el tratamiento primario es capaz de remover no solamente el material suspendido, sino también una fracción importante de la carga orgánica y que puede representar entre el 25% y el 40% de la DBO y entre el 50% y el 65% de los sólidos suspendidos. Entre los tipos de tratamiento primario se citan: - Sedimentación primaria. - Flotación. - Precipitación química. - Filtros gruesos. - 13 - - Oxidación química. - Coagulación, floculación, sedimentación y filtración (Rojas, 2002).

2.4.3. Tratamiento secundario

La reducción de los compuestos orgánicos presente en el agua residual, acondicionada previamente mediante tratamiento primario, se realiza exclusivamente por procesos biológicos. Este proceso reduce o convierte la materia orgánica finamente dividida y/o disuelta, en sólidos sedimentables floculentos que puedan ser separados por sedimentación en tanques de decantación. Los procesos biológicos más utilizados son los lodos activados y filtros percoladores. Son muchas las modificaciones de estos procesos que se utilizan para hacer frente a los requerimientos específicos de cada tratamiento. Asimismo, dentro de este grupo se incluyen a las lagunas de estabilización y

airadas, así como el tratamiento biológico empleando oxígeno puro y el tratamiento anaeróbico. Los tratamientos biológicos de esta categoría tienen una eficiencia remocional de la DBO entre el 85% al 95% (Rojas, 2002).

2.4.4. Tratamiento terciario

Tiene como objetivo complementar los procesos anteriormente indicados para lograr efluentes más puros, con menor carga contaminante y que pueda ser utilizado para diferentes usos como recarga de acuíferos, recreación, agua industrial, etc. Las sustancias o compuestos comúnmente removidos son: Fosfatos y nitratos, huevos y quistes de parásitos, sustancias tensoactivas, algas, bacterias y virus, radionúclidos, sólidos totales y disueltos, temperatura (Rojas, 2002).

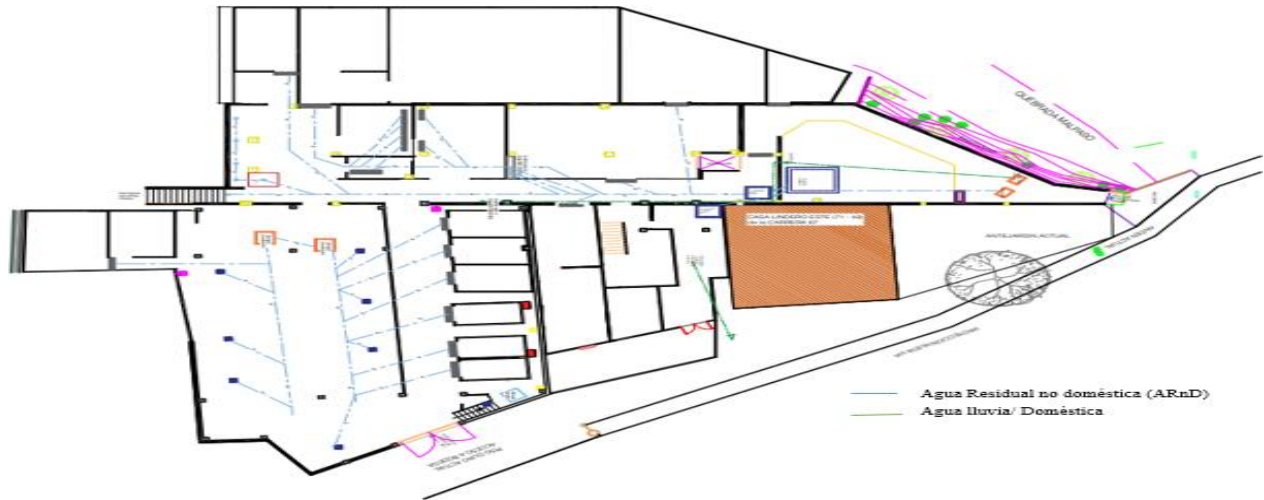
2.5. Tratamiento de aguas residuales en productos alimenticios Sevilla

La generación de ARnD en Productos Alimenticios Sevilla consta de aguas producidas por el lavado de la planta de producción (**Figura 2** y **Figura 3**), dado que diariamente se realiza desinfección de maquinaria, equipos e implementos, y se generan residuos del sistema de enfriamiento y de la preparación de alimentos (Faizán, 2022).

Por lo anterior, es necesario contar con una planta de tratamiento de agua residual (

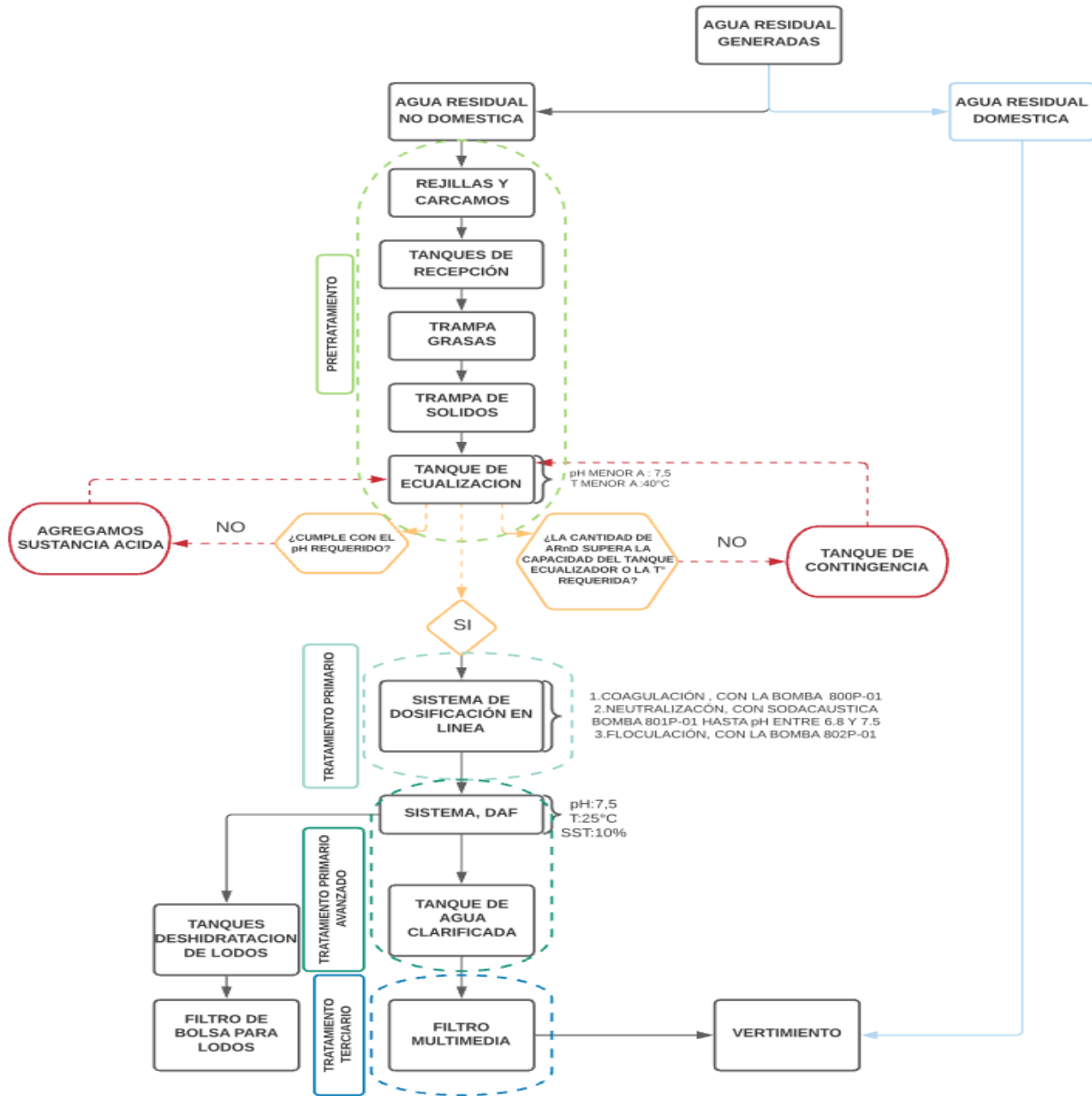
Figura 4), que permita disminuir la carga orgánica de las aguas residuales generados por la compañía, para dar cumplimiento a la resolución 0631 de 2015.

Figura 2 Esquema de generación de aguas residuales – Planos Hidráulicos



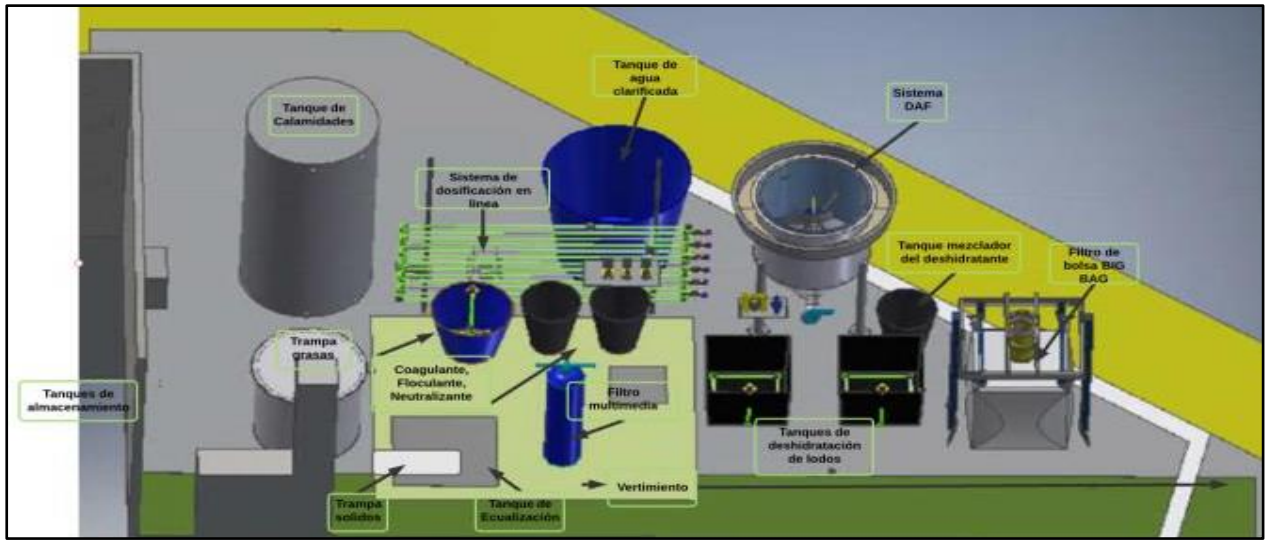
Nota. Fuente: Faizan (2022).

Figura 3 Diagrama conceptual del sistema de tratamiento



Nota. Fuente: Faizan (2022).

Figura 4 Esquema visual de la planta de tratamiento de agua residual no doméstica

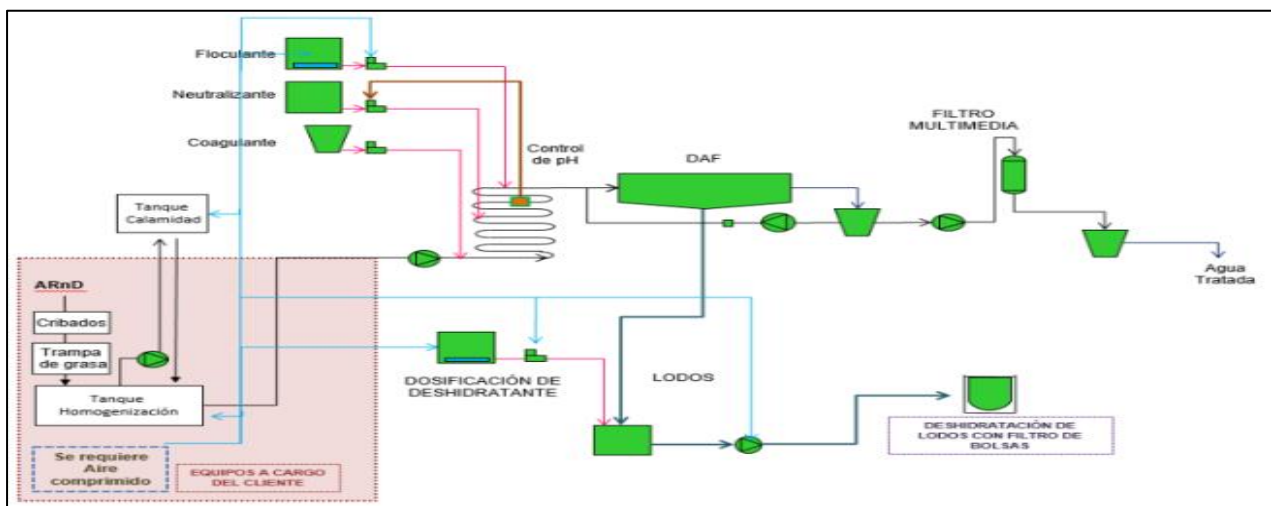


Nota. Fuente: Faizan (2022).

2.5.1. Componentes del sistema de tratamiento del agua residual

Dando lugar a las características del agua residual generada, la empresa cuenta con un sistema de tratamiento fisicoquímico para aguas residuales no domésticas, comprendiendo fase de pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento primario avanzado y tratamiento terciario (**Figura 3** y **Figura 5**); en donde se garantiza la disminución de la concentración de contaminantes, aplicando procesos como la coagulación, neutralización, floculación y flotación.

Figura 5 Diagrama de flujo del sistema de tratamiento



Nota. Fuente: Faizan (2022).

2.5.1.1. Pretratamiento

El pretratamiento para el funcionamiento correcto de la planta de tratamiento de agua residual comienza en el lavado de las zonas de producción y generación de afluente, mediante cárcamos y rejillas, con esto se disminuye la cantidad de sólidos que llegan a la planta de tratamiento de agua PTARnD. Las rejillas están ubicadas estratégicamente por toda la planta y cuentan con un diámetro que disminuye el paso de sólidos a los drenajes, estos deben estar anclados al piso evitando la manipulación por parte de los operarios. El agua residual generada llega a tanques de recepción subterráneos, ubicados en la zona de residuos sólidos y lavados de limpieza y desinfección (**Figura 6**), el trasiego del agua se realiza mediante succión y por bombeo es conducida hacia la trampa de grasas y aceites y posteriormente por gravedad a la trampa de sólidos (**Figura 7**). Las aguas de este equipo llegan al tanque de equalización (**Figura 8**), donde el objetivo es homogenizar (caudal y carga) del ARnD. Se cuenta con un tanque de calamidad (**Figura 9**) para recibir descargas de producto no conforme u otro tipo que afecte las condiciones estándar del ARnD que ingresa al tratamiento, dichas aguas serán tratadas luego de ser homogenizadas con las descargas habituales en el tanque de equalización.

Figura 6 *Tanques de recepción de agua cruda residual*



Nota. Fuente: Autoría propia.

Figura 7 *Trampa de grasa y trampa se sólidos*



Nota. Fuente: Autoría propia.

Figura 8 *Tanque 3 homogeneizador de agua cruda residual*



Nota. Fuente: Autoría propia.

Figura 9 *Tanque de calamidad*



Nota. Fuente: Autoría propia.

2.5.1.2. Tratamiento primario: Coagulación, neutralización y floculación

Desde el tanque de ecualización el agua es bombeada a través de un mezclador estático, serpentín (

Figura 10), en el cual son inyectados los productos químicos por medio de bombas dosificadoras. En este punto tienen lugar las reacciones de coagulación, neutralización y floculación. Con esto se busca reducir la carga contaminante (SST, %mínimos de DBO, DQO; Grasas y Aceites), la neutralización de pH y floculación de las ARnD generadas.

Figura 10 Mezclador estático – Serpentín y bombas dosificadoras



Nota. Fuente: Autoría propia

2.5.1.3. Tratamiento Primario Avanzado: Sistema de flotación por Aire Disuelto (DAF)

El ARnD ingresa al serpentín, donde son inyectados los productos para tratamiento químico, posteriormente ingresa a una Celda de Flotación de aire disuelto para mejorar el proceso de separación de los contaminantes en el agua. Este proceso se realiza con la ayuda del equipo generador de microburbujas (**Figura 11**); las cuales atrapan las partículas contaminantes, y las llevan a la superficie mediante flotación para luego ser removidas del proceso unitario por medio de un sistema raspador hacia las unidades de acondicionamiento de lodo.

Figura 11 Celda de Flotación por aire Disuelto



Nota. Fuente: Autoría propia.

2.5.1.3.1. Tratamiento de lodos

Los lodos se retiran por medio de paletas raspadoras y se envían al tanque de recepción de lodos y acondicionamiento, allí se conducen por sistema de bombeo neumático a deshidratación para posteriormente ser dispuestos como residuo sólido.

Este proceso, consiste en aglomerar el lodo saliente formando un floc de gran tamaño que pueda ser retenido en el Big-Bag (**Figura 12**). Estos contienen gran porcentaje de humedad, por lo cual, debe ser en primer lugar deshidratado con ayuda del producto químico (Polímero Aniónico A101) utilizado en la floculación del proceso y posteriormente entregado a la empresa TERRA – AGUALIMPIA para su disposición final en la planta Biomezclas de Colombia en Santa Rosa de Osos, los cuales garantizan su tratamiento mediante la realización de compostaje.

Figura 12 *Big-Bag*



Nota. Fuente: Autoría propia.

2.5.1.4. Tratamiento terciario: Filtración

Con el fin de eliminar SST y carga orgánica persistente que aún pueda tener presencia en el ARnD clarificada, ésta pasará por un filtro multimedia de arena y antracita (**Figura 13**), el cuál debe ser lavado constantemente con agua del acueducto para eliminar la carga contaminante removida durante el proceso.

Figura 13 *Filtro multimedia de arena y antracita*



Nota. Fuente: Autoría propia.

2.6. Programa para el manejo integral de residuos líquidos en la empresa Productos Alimenticios Sevilla

Un programa de manejo integral se refiere a un conjunto de acciones y medidas planificadas que se implementan en una organización con el objetivo de gestionar eficientemente todos los aspectos relacionados con el manejo de un determinado recurso o problema.

En el caso específico de un programa de manejo integral de residuos líquidos, este abarca todas las etapas y aspectos relacionados con la gestión de los residuos líquidos generados en una empresa u organización. El objetivo principal es minimizar el impacto ambiental y promover prácticas sostenibles en relación con estos residuos.

Un programa de manejo integral de residuos líquidos está encaminado a implementar medidas efectivas y sistemáticas para minimizar la generación de residuos, promover la segregación adecuada, aplicar técnicas de tratamiento eficientes y garantizar la correcta disposición final de los mismos, con el objetivo de proteger el medio ambiente y cumplir con las regulaciones ambientales vigentes.

Productos Alimenticios Sevilla busca implementar un programa de manejo integral de residuos líquidos que no solo cumpla con una obligación legal, sino también buscando la oportunidad para proteger el medio ambiente, salvaguardar la salud y seguridad de los colaboradores, optimizar los recursos y fortalecer la imagen corporativa.

3. Metodología

En la **Figura 14** se presenta el diagrama de flujo de los pasos realizados en el desarrollo e implementación del programa de manejo integral de residuos líquidos para la empresa Productos Alimenticios Sevilla. El desarrollo del trabajo se describe a continuación.

3.1 Diagnóstico

Se realizó una revisión exhaustiva de la base de datos histórica para determinar la situación actual de la empresa en cuanto al manejo de residuos líquidos.

3.2. Segregación

Se realizó un seguimiento de las actividades de limpieza y desinfección en las diferentes áreas de la empresa para garantizar la correcta separación de residuos orgánicos. Esto implica disponer únicamente el residuo líquido por los grifos de alcantarillado, lo que reduce la carga contaminante en el agua residual y minimiza los posibles daños en el sistema de tratamiento. Como resultado, se espera un menor consumo de productos químicos.

3.3. Cuantificación

Se llevó a cabo una gestión del contador de agua para ubicarlo en la entrada de los tanques de almacenamiento para obtener datos estadísticos precisos. Estos datos son necesarios para generar informes a las autoridades ambientales, proporcionando información relevante sobre la cantidad de agua tratada.

3.4. Registro, control y verificación

Se crearon e implementaron diferentes formatos para el registro diario, lo que permite realizar un seguimiento y control del proceso operativo en la planta de tratamiento de agua residual.

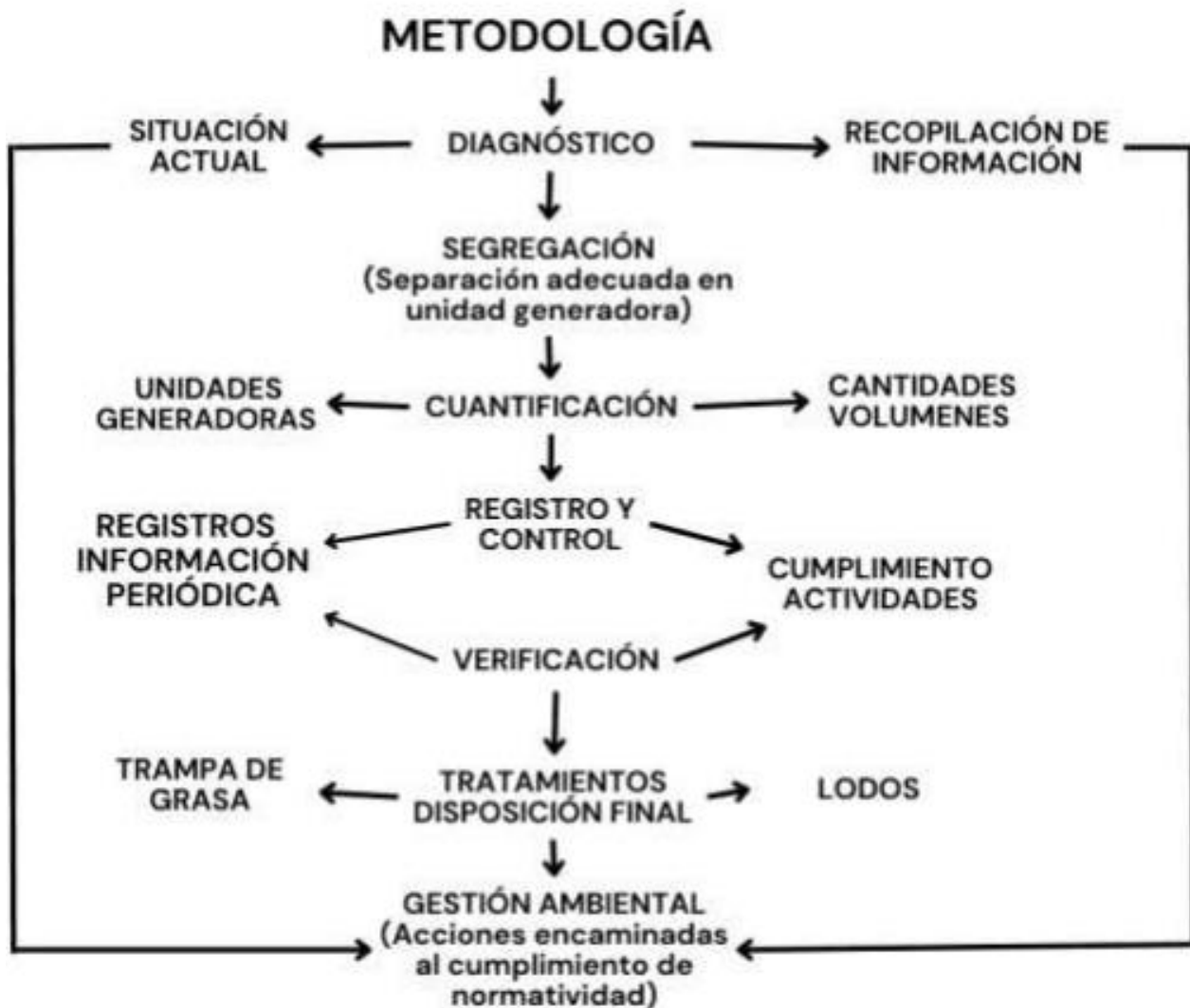
3.5. Tratamiento y disposición final

Se realizó un control de la cantidad de residuos generados, como lodos y grasas, con el objetivo de cuantificar y obtener indicadores para evaluar el desempeño del programa de manejo integral de residuos líquidos.

3.6. Diseño e implementación del programa

Partiendo de las actividades desarrolladas y la información recolectada, se diseñó el programa de gestión integral de residuos líquidos orientado a acciones encaminadas al cumplimiento de la normatividad actual vigente.

Figura 14 Diagrama de flujo de la metodología



Nota. Fuente: Autoría propia.

4 Resultados

4.1. Diagnóstico

Se realizó una evaluación de los procesos y prácticas actuales de manejo de residuos líquidos en la empresa teniendo en cuenta diferentes aspectos. Esto permitió identificar áreas de mejora y establecer una base para el desarrollo del programa. A continuación, se presenta una valoración de los resultados obtenidos y se presentan las propuestas de mejora correspondientes.

4.1.1. Antecedentes

Productos Alimentos Sevilla S.A. cuenta con un proceso productivo que genera aproximadamente 1.118 metros cúbicos de aguas residuales al mes (m^3/mes). Estas aguas se tratan internamente a través del sistema PTARnD con énfasis fisicoquímico con que se cuenta actualmente. De acuerdo con lo establecido en la ley 1955 y su Plan nacional de desarrollo, la empresa se exime del permiso de vertimientos establecido inicialmente por la Resolución 0631 de 2015; por contar con una Planta de tratamiento de aguas residuales que realiza el vertimiento de su efluente a un sistema de alcantarillado mas no, a un cuerpo de agua superficial directamente. Lo anterior, no implica que el sistema de tratamiento con que se cuenta no cumpla con los niveles de eficiencia necesarios para remover la carga contaminante presente en el agua residual, ya que se debe cumplir con la caracterización anual exigida por la norma legal vigente y los valores máximos permisibles que establece la norma. Contrario a lo que se pensaría, los sistemas de tratamiento de aguas residuales no domésticas que vierten sus aguas a la red de alcantarillado público cuentan con programas de seguimiento y monitoreo constante a través de entidades como el Área metropolitana del valle de Aburrá y el prestador de servicio público receptor del efluente que para este caso sería EPM. Razón por la cual se debe mantener en óptimas condiciones los recursos técnicos, operativos y administrativos que compete al sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas.

4.1.2. Condiciones actuales y recomendaciones de los componentes del sistema PTARnD

Actualmente la PTAR está operando correctamente, partiendo de los resultados de caracterización de aguas residuales realizada en el mes de noviembre de 2022, se evidencia su cumplimiento en cuanto a la normativa vigente (**Tabla 2**), sin embargo, es necesario implementar algunas acciones de mejora que permitan la correcta operación y funcionamiento del sistema.

Tabla 2 Resultados de caracterización de aguas de residuales no domésticas.

Variable	Unidades	Fecha de análisis	Resultados *	Limites máximos permisibles**	Resultado Vs Limite	
Generales						
Temperatura	°C	2022/11/25-24	23,9 – 28,9	40,00	Inferior	
pH	Unidades de pH	2022/11/25-24	6,41 – 7,79	6,00 – 9,00**	Dentro del rango	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	2022/11/29	88,01	1.200**	Inferior	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	2022/11/25	26,70	675,00**	Inferior	
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	2022/11/26	73,00	337,5**	Inferior	
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L-h	2022/11/25-24	<0,10	7,50**	Inferior	
Grasas y Aceites	mg/L	2022/11/30	<10,00	45,00**	Inferior	
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	2022/11/25	0,15	Análisis y reporte	No aplica	
Compuestos de Fosforo						
Ortofosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	2022/11/26	0,41	Análisis y reporte	No aplica	
Fosforo Total (P)	mg/L	2022/11/26	0,55	Análisis y reporte	No aplica	
Compuestos de Nitrógeno						
Nitratos (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	2022/11/25	<1,40	Análisis y reporte	No aplica	
Nitritos (N-NO ₂ ⁻)	mg/L	2022/11/25	<0,005	Análisis y reporte	No aplica	
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	2022/12/05	59,18	Análisis y reporte	No aplica	
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	2022/12/05	136,66	Análisis y reporte	No aplica	
Iones						
Cloruros (Cl)	mg/L	2022/11/29	255,22	600,00	Inferior	
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	2022/12/12	35,95	500,00	Inferior	
Otros Parámetros para Análisis y Reporte						
Acidez Total	mg/L CaCO ₃	2022/12/19	87,02	Análisis y reporte	No aplica	
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	2022/11/29	220,00	Análisis y reporte	No aplica	
Dureza Cálcica	mg/L CaCO ₃	2022/12/07	29,11	Análisis y reporte	No aplica	
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	2022/12/07	51,28	Análisis y reporte	No aplica	
Color Real	436 nm	2022/11/28	m ⁻¹	9,54	Análisis y reporte	No aplica
	525 nm		m ⁻¹	6,28		
	620 nm		m ⁻¹	4,58		

Nota. Fuente: Sistema Ambiental S.A.S, 2022.

4.1.2.1. Fase de pretratamiento

La fase inicia con un sistema de rejillas y cárcamos ubicados en cada proceso generador de aguas residuales no domésticas. Estos componentes muestran un buen estado en cuanto a su estructura física y diámetros adecuados que evitan el paso de material de arrastre o residuos orgánicos aprovechables presentes en diferentes áreas. Sin embargo, se observa una falta de control y seguimiento en algunos puntos, ya que las rejillas no son fijas y pueden ser retiradas, lo que permite el paso de material sólido de tamaño considerable. Esta situación puede ocasionar deficiencias en la operación del sistema, como la obstrucción de bombas, un aumento en la frecuencia de lavados de los tanques de recepción de agua residual cruda y un consumo químico elevado.

4.1.2.2. Fase de tratamiento primario

La fase continúa con la incorporación de productos químicos, tales como coagulante, floculante y neutralizante. Durante este proceso, se han identificado fallas técnicas en las bombas dosificadoras debido a la obstrucción en los filtros y a la falta de un aforo actualizado. Es importante destacar que los operarios de la planta llevan a cabo la dosificación de forma visual, lo cual puede resultar susceptible a errores y falta de precisión. Por lo tanto, resulta necesario que la compañía adquiera un ensayo de jarras, lo cual permitirá a los operarios de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) contar con una dosificación precisa y confiable para el tratamiento.

4.1.2.3. Fase de tratamiento primario avanzado

La segunda fase del proceso de tratamiento implica el uso de una celda de difusión de aire comprimido disuelto (DAF) con un sistema generador de microburbujas, junto con un tanque de clarificación, para lograr la remoción eficiente de partículas y contaminantes suspendidos en el agua residual. Se observan dificultades en el funcionamiento de la bomba de microburbujas en esta etapa, debido a que la bomba actual no cumple con los requisitos necesarios para su correcto desempeño. Es necesario buscar una solución mediante la adquisición de una bomba diseñada específicamente para este propósito, a fin de asegurar una presión adecuada y garantizar la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales.

Además, en ocasiones se detectan olores fuertes provenientes de los lodos generados durante esta etapa. Es importante destacar que la generación de lodos es una parte inherente del proceso de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, en ciertos momentos, estos lodos pueden desprender olores desagradables que pueden resultar molestos. La generación de olores fuertes ocasionales provenientes de los lodos es un desafío que debe ser abordado mediante la implementación de medidas de control y manejo adecuadas. Esto garantizará un tratamiento de aguas residuales eficiente y reducirá el impacto negativo de los olores en el entorno circundante.

4.1.2.4. Fase de tratamiento terciario

Actualmente se dispone de un filtro de arena que se utiliza solo para la caracterización de aguas residuales de autoridades ambientales, debido a la percepción de que el sistema de tratamiento, hasta la segunda fase, cumple con los parámetros establecidos por la normativa vigente. Sin embargo, la falta de una caracterización completa impide respaldar adecuadamente esta afirmación, lo que destaca la importancia de llevar a cabo una evaluación para garantizar el cumplimiento de los estándares ambientales y verificar la necesidad de su uso.

4.1.2.5. Otros componentes

Se han identificado otros aspectos que, aunque actualmente no afectan la calidad del agua de vertimiento, son fundamentales para garantizar un control y mantenimiento adecuados.

- Se ha identificado que el plan de manejo de residuos líquidos es parcial, ya que no incluye algunos elementos necesarios en función del estado actual de la planta. Por lo tanto, es necesario actualizar todos los formatos y documentación manejados por el área ambiental. La actualización de estos formatos resultará en un mejor control y seguimiento de los residuos líquidos generados.
- Es necesario agregar un aspecto importante como el mantenimiento y calibración de equipos. En la actualidad, la empresa carece de un sistema que planifique y regule esta actividad, la cual es de vital importancia para el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en el manejo de aguas residuales.

- Se ha observado que los equipos actuales no están debidamente identificados. Es esencial contar con una adecuada identificación de los equipos utilizados en el proceso de tratamiento de aguas residuales. Esto facilitará la identificación y el seguimiento de cada equipo, así como el mantenimiento y la resolución de cualquier problema técnico de manera eficiente.
- Otro aspecto importante es la falta de una cuantificación precisa del agua residual tratada. Contar con registros exactos y detallados sobre la cantidad de agua residual tratada permitirá cumplir con los requisitos legales y proporcionar datos precisos sobre el desempeño de la planta de tratamiento.
- Se ha identificado un incumplimiento en los turnos de operación establecidos. Dado que la planta opera las 24 horas del día y se generan vertimientos de aguas residuales no tratadas durante el turno de la noche, es necesario garantizar el tratamiento durante los tres turnos. Esto implica que se deben establecer y cumplir adecuadamente los horarios de trabajo y la asignación de personal para asegurar una operación continua y efectiva de la planta de tratamiento en todos los turnos.
- La compañía cuenta con un gestor certificado para la recolección y disposición final de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, se identifica una brecha en cuanto a la falta de un plan de contingencia para abordar situaciones en las que los lodos puedan emitir malos olores.
- Se ha observado la acumulación de suciedad en los tanques de reserva, lo cual requiere una gestión inmediata para solicitar la limpieza de estos. Es importante tener en cuenta que, según la normativa vigente, se debe llevar a cabo esta función de limpieza cada seis meses.
- Se ha identificado que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) carece de un cronograma establecido para llevar a cabo las actividades de limpieza y desinfección. Esta situación representa un aspecto crítico, ya que la falta de un plan organizado puede comprometer la eficiencia y la calidad del tratamiento de las aguas residuales. Es imprescindible implementar un cronograma de limpieza y desinfección que defina claramente las actividades a realizar, los periodos de ejecución y las responsabilidades asignadas. Este plan permitirá llevar un control adecuado de las labores de limpieza, asegurando la higiene y el buen funcionamiento de las instalaciones de la PTAR.

- Considerando que algunas actividades de limpieza y desinfección en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) implican trabajar a alturas y/o en espacios confinados, es fundamental realizar una solicitud para cubrir esta necesidad específica. Es necesario gestionar y solicitar los recursos y equipos adecuados para llevar a cabo estas tareas de manera segura y efectiva. Esto puede incluir la adquisición o alquiler de equipos de acceso a alturas, como andamios o plataformas elevadoras, así como equipos de protección personal y herramientas especializadas para trabajar en espacios confinados.
- Actualmente, se ha identificado que la gestión de los insumos químicos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se lleva a cabo de manera parcial. Aunque se cuenta con formatos de reporte de consumo químico, no se dispone de un control formal sobre el inventario de los productos utilizados. Esta situación dificulta el seguimiento del consumo de los insumos químicos y la evaluación efectiva de los costos asociados.
- Es necesario implementar un sistema de control de inventario de los productos químicos utilizados en el tratamiento de aguas residuales. Esto implica establecer un registro detallado de los insumos químicos, incluyendo la cantidad inicial, las entradas y salidas, y el inventario final en todo momento.
- Se deben establecer procedimientos claros para la reposición de los insumos químicos, definiendo los niveles mínimos y máximos de inventario, así como los criterios para realizar los pedidos y garantizar un abastecimiento oportuno. Esta gestión adecuada del inventario permitirá tener un control más preciso sobre el consumo de los productos químicos y optimizar los costos asociados a su adquisición.

4.2. Segregación

Se lleva a cabo una capacitación integral dirigida a todo el personal de la compañía (**Figura 15 y Figura 16**). Esta capacitación se realizó el día 27 de marzo de 2023 y tuvo como propósito generar conciencia y brindar las herramientas necesarias para un manejo adecuado y una correcta disposición de los residuos líquidos a través de los grifos y/o cárcamos. Se enfatiza la importancia de reducir al máximo la cantidad de residuos sólidos presentes al momento de la disposición.

Figura 15 Acta de asistencia capacitación de residuos sólidos, líquidos y normatividad legal vigente.

Acta de Asistencia reunión - capacitación

TEMA Capacitación Residuos sólidos, líquidos y normatividad Legal.

Tipo de Capacitación
 Interna Externa ARL
 Proveedor
 Contratada
 Director Técnico
 Otros

Hora Inicio 10:00 am **Hora Finalización** 12:00 pm

Fecha 27/03/23 **Nro. Personal convocado** **Nro. Personal Asistente**

Nombre del Capacitador Clara Restrepo.

Objetivo de la capacitación / Reunión

Método de evaluación (Si Aplica)

ASISTENCIA			
No	Nombre	Cargo	Firma
1	Juan Pablo Zuluaga Arango	Operario	JP Zuluaga
2	Yulis Yohana Murillo Jüpez	Auxiliar	Yulis Murillo
3	EDER ANDRÉS CERATOS CARVAJAL	ACX	Eder Ceratos
4	Carlos Iván Jiménez	Operario	Carlos Jiménez
5	Antonia Parra	Operario	Antonia Parra
6	Edith Campo	Operario	Edith Campo
7	Zool David Blanco A	Auxiliar	Zool D.
8	Juan Esteban Alzate Garza	Difusión	Juan E.
9	Jordan Carbon	Operario	Jordan Carbon
10	Juan Esteban Echavarría	Operario	Juan E.
11	Alexis Vergara Castaño	Producción	Alexis V.
12	Geison Rivas Perez	Producción	Geison R.
13	Sven Carlos Lopez	Producción	Sven C.
14	Alonso Carvajal Henao	Producción	Alonso C.
15	Guise Daziki	Producción	Guise D.

Nota. Fuente: Autoría propia.

Figura 16 Evidencia fotográfica de capacitaciones al personal.



Nota. Fuente: Autoría propia.

4.3 Cuantificación

Se recomienda implementar un sistema de medición precisa del agua residual generada en los procesos productivos, esto utilizando medidores de caudal y un sistema de registro automatizado (Contador de agua), para cuantificar de manera exacta la cantidad de agua tratada en la PTAR. Esto proporcionará información confiable, respaldará el cumplimiento normativo y permitirá una gestión más efectiva del proceso de tratamiento de aguas residuales.

4.3.1. *Instalación de un contador de agua*

Es necesario implementar un contador de agua en el punto de ingreso y salida del agua tratada de la PTAR. Este contador debe ser adecuadamente calibrado y estar en correcto funcionamiento.

4.3.2. *Registro regular de los datos del contador*


Se debe establecer un sistema de registro regular de los datos del contador de agua. Esto implica tomar lecturas periódicas y precisas del consumo de agua tratada en la PTAR. La frecuencia de registro puede variar según las necesidades y la capacidad de monitoreo de la planta. Se deja propuesto el formato para lectura de contador de agua residual (**Figura 17**), para que sea utilizado en el momento si deciden aceptar la propuesta planteada en la sección de



Nota. Fuente: Autoría propia.

4.3 Cuantificación.

Figura 17*Diseño de formato propuesto para lectura de contador de agua residual*

	PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS LÍQUIDOS				Fecha: 18/04/23
	FORMATO PARA LECTURA DE CONTADOR DE AGUA RESUDUAL				Versión: 01
FECHA	LECTURA	FECHA	LECTURA	FECHA	LECTURA

Nota. Fuente: Autoría propia.

4.3.3. Cálculo de la cantidad de agua tratada

Utilizando los datos registrados, se puede calcular la cantidad de agua tratada en la PTAR. Esto se logra restando la lectura inicial del contador de agua (al inicio del período de registro), de la lectura final del contador (al final del período de registro). El resultado representa la cantidad total de agua tratada en ese período específico.

4.3.4. Análisis y reporte de datos

Una vez que se han recopilado los datos de cantidad de agua tratada, se pueden realizar análisis y generar informes periódicos. Estos informes pueden incluir información sobre los volúmenes de agua tratada en diferentes períodos, tendencias de consumo, eficiencia del tratamiento, entre otros aspectos relevantes como el reporte a las autoridades ambientales.

4.3.5. Proveedores y cotización

Se realizó una cotización con dos proveedores para la adquisición de un contador de agua. Estos dos proveedores presentados han sido evaluados y considerados como opciones viables para realizar la solicitud de compra del equipo necesario en función de la relación calidad-precio y los requisitos específicos de la planta de tratamiento de aguas residuales. Esta solicitud de compra

permitirá adquirir el equipo necesario para llevar a cabo una medición precisa del agua tratada en la PTAR.

Tabla 3 Cotización de contador de agua

Equipo	Referencia	Cantidad	Valor Unitario	Proveedor	Contacto
Medidor o contador de agua de 1 pulgada		1	220.000	Acuametro S.A	322 6821675
Macromedidor de agua de 4 pulgadas		1	737.000	Vía Industrial	311 5330014

4.4. Registro, control y verificación

Se han implementado nuevos formatos actualizados disponibles en el **Anexo 2**, para llevar un registro diario en la planta de tratamiento de agua residual. Estos nuevos formatos permiten realizar un seguimiento y control aproximado del proceso operativo. Además, se ha establecido un sistema de verificación del diligenciamiento adecuado de los formatos por parte del personal encargado. Esta medida garantiza la integridad y confiabilidad de los datos recopilados, facilitando la toma de decisiones informadas y la identificación de posibles áreas de mejora.

Asimismo, se ha implementado un reporte de novedades y daños que se identificaron en la fase de diagnóstico al área de mantenimiento (**Figura 18**), con el objetivo de controlar y asegurar el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual. Este reporte permite tomar las medidas correctivas necesarias de manera oportuna.

Figura 18 Reporte de novedades y daños de la planta de tratamiento de agua residual.

REPORTE DE NOVEDADES PTAR			
DESCRIPCIÓN/NECESIDAD	ELEMENTO O EQUIPO	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	PLAN DE ACCIÓN
Se requiere curso de Espacios confinados para operarios de la PTAR para realización de limpieza del tanque homogeneizador	Curso Espacios confinados		Curso de espacios confinados o evaluar método de limpieza con SG-SST
Las bombas dosificadoras se encuentran con filtros taponados en extremos de las mangueras (En caso del floculante no cuenta con éste)	Filtro de bombas dosificadoras (3)		Reemplazo de filtro de bombas dosificadoras.
La bomba dosificadora de floculante se encuentra inhabilitada por falta de mantenimiento. Se esta realizando procedimiento con bomba neumática la cual presenta anomalías y requiere de constante supervisión	Bomba dosificadora de Floculante		Evaluar mecanismo de inyección de floculante
Se requiere máscara o garetta para operarios de la PTAR para la dosificación de la soda cáustica	Máscara o garetta		Disponer de dos máscaras o garetas
Se requiere mantenimiento de la bomba trasegadora de lodos, actualmente el proceso se realiza manualmente.	Bomba trasegadora de lodos		Ejecutar mantenimiento de la bomba trasegadora de lodos.
El estibado requiere de mantenimiento debido a que no sube completamente y no permite realizar el secado de lodo debidamente	Estibado		Efectuar mantenimiento del estibador manual
La bomba de microburbujas esta presentando irregularidad en las presiones arrojadas.	Bomba de microburbuja		Revisión preventiva
Se requiere revisión y mantenimiento en tanque de almacenamiento de Soda cáustica, el cual esta presentando fuga de producto.	Tanque de almacenamiento de soda Cáustica		Ejecutar mantenimiento del tanque
Se requiere revisión y mantenimiento en tanque de almacenamiento de agua clarificada, el cual esta presentando fuga.	Tanque de almacenamiento de agua clarificada		Ejecutar mantenimiento del tanque
Falla cierre y apertura de válvula de entrada a tanque de calamidad	Válvula de entrada de agua al tanque de calamidad		
Se requiere mantenimiento de la bomba trasegadora de lodos, actualmente el proceso se realiza manualmente.	Bomba trasegadora de lodos		Ejecutar mantenimiento de la bomba trasegadora de lodos.

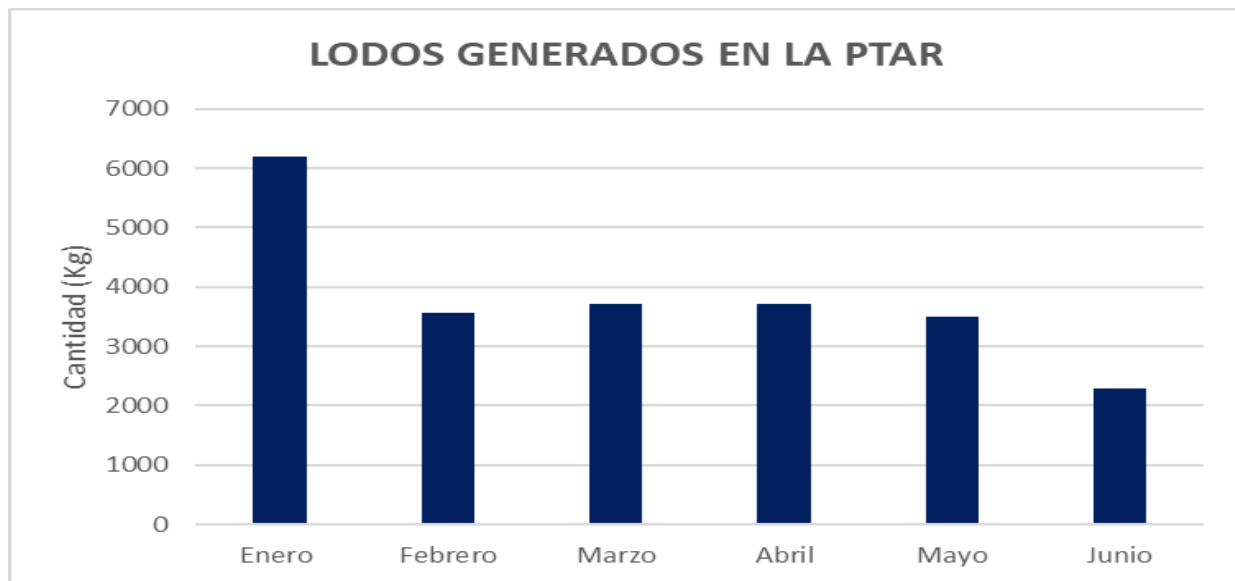
Nota: Fuente: Autoría propia.

4.5. Tratamientos y disposición final

En el tratamiento de aguas residuales se generan lodos debido a la presencia de sólidos suspendidos y materia orgánica adheridos a las aguas. Es importante destacar que la generación de lodos es una parte inherente del proceso de tratamiento de aguas residuales y su gestión adecuada es fundamental para garantizar la eficiencia y la sostenibilidad del tratamiento.

Por lo anterior, es importante realizar un control de la cantidad de residuos generados en la planta de tratamiento de agua residual, como lodos y grasas, con el objetivo de cuantificar y obtener indicadores para evaluar el desempeño del programa de manejo integral de residuos líquidos. En la **Figura 19**, se presentan los resultados obtenidos a partir de este proceso de cuantificación.

Figura 19 Gráfica mensual de generación de lodos



Nota. Fuente: Autoría propia.

Se puede evidenciar que, durante los últimos meses ha reducido la cantidad de lodos generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Este logro puede atribuirse a la implementación del plan integral de gestión de residuos líquidos ya que se realizó una capacitación dirigida a los operarios de la planta de producción, con el propósito de asegurar una separación adecuada de los residuos.

Como se ha mencionado anteriormente, en el proceso de tratamiento y disposición de lodos, es posible que se presenten ocasionalmente olores desagradables. Con el fin de abordar esta situación, se implementa una acción de mejora que consiste en agregar cal a los lodos para neutralizar el pH y mitigar el olor. Para garantizar un control efectivo y una verificación adecuada de esta acción, se capacitan a los operarios sobre el uso de la Cal para control de olores (**Figura 20**) y se diseñó un formato que debe ser diligenciado cada vez que se presente esta novedad (**Figura 21**). El formato permitirá documentar y monitorear de manera sistemática las ocasiones en las que se realice esta acción correctiva, brindando una herramienta para evaluar su efectividad y realizar ajustes si es necesario.

Figura 20 Acta de asistencia de capacitación sobre el uso de Cal para control de olores.

Acta de Asistencia reunión - capacitación

TEMA

Hora Inicio **Hora Finalización**

Fecha **Nro. Personal convocado** **Nro. Personal Asistente**

Nombre del Capacitador _____

Tipo de Capacitación

Interna Externa

ARL
 Proveedor
 Contratada
 Director Técnico
 Otros

Objetivo de la capacitación / Reunión

Dar indicaciones sobre la aplicación de Cal a lodos generados en PTAR.

Método de evaluación (Si Aplica)

ASISTENCIA			
No	Nombre	Cargo	Firma
1	Edisson David	Operario PTAR	Edisson D
2	Anderson Londoño	Operario PTAR	Anderson L
3			

Nota. Fuente: Autoría propia.

Figura 21 Formato de control de aplicación de cal a lodos generados

Productos Alimenticios Sevilla		PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS LÍQUIDOS		Fecha: 18/04/23.
		FORMATO PARA APLICACIÓN DE CAL A LODOS		Versión: 01
Fecha	Hora	Cantidad de Cal aplicada	Responsable	Observaciones
19/04/23	5:30pm	7kl	Edisson D.	
20/04/23	2:30am	7kl	Edisson D.	
21/04/23	4:50pm	1kl	Anderson	
24/04/23	10:50	1kl	Anderson L	
24/04/23	18:30	1kl		
25/04/23	12:00	1kl	Anderson L.	
25/04/23	19:55	1kl		
26/04/23	12:30	1kl	Anderson L.	
26/04/23	19:50	1kl		
27/04/23	13:00	1kl	Anderson L.	
27/04/23	20:30	1kl		
28/04/23	12:45	1kl	Anderson L.	
28/04/23	20:40	1kl		
25 02/05/23	21:00	1kl	Anderson L.	
03/05/23	20:10	1kl	Anderson L.	
04/05/23	11:50	1kl		

Nota. Fuente: Autoría propia.

4.6. Diseño e implementación del programa

4.6.1. Diseño del programa integral de manejo de residuos líquidos

El **Anexo 1**, corresponde el programa desarrollado para la empresa Productos Alimenticios Sevilla. Este programa abarca diversos aspectos, como objetivos, alcance, responsabilidades, descripción del sistema de tratamiento y normativa aplicable a los vertimientos de aguas residuales.

En el presente documento se proporcionan detalles sobre las medidas operativas, preventivas, de control y manejo que se han implementado con el objetivo de establecer procesos efectivos para garantizar el adecuado manejo de los residuos líquidos, así como para asegurar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Resolución 0631 de 2015.

Este programa se ha diseñado con el propósito de promover prácticas adecuadas en el manejo de los vertimientos de agua residual, considerando tanto los aspectos técnicos como las regulaciones ambientales vigentes. Su implementación contribuirá a mejorar la calidad del agua y

a garantizar un manejo responsable y sostenible de los residuos líquidos generados por la empresa Productos Alimenticios Sevilla.

Adicionalmente, servirá como una guía integral para todos los involucrados en el manejo de residuos líquidos, proporcionando las pautas necesarias para llevar a cabo las acciones correspondientes de manera eficiente y segura. Su implementación contribuirá a promover la sostenibilidad ambiental y a cumplir con las obligaciones legales relacionadas con el manejo de los residuos líquidos en la empresa.

4.6.2. Implementación y monitoreo

Se llevó a cabo la implementación del programa de manejo integral de residuos líquidos, abarcando la gran mayoría de los componentes necesarios para cumplir con los objetivos establecidos. Se han tomado las siguientes acciones para su implementación y monitoreo:

- **Diseño del programa:** Se desarrolló un programa completo que incluye políticas, procedimientos y lineamientos específicos para el manejo integral de residuos líquidos (**Anexo 1**).
- **Capacitación del personal:** Se brindó capacitación a todo el personal de la empresa sobre los aspectos clave del programa (**Figura 22**), incluyendo la correcta separación, manipulación y disposición de los residuos líquidos. Esto garantizó que todos los empleados estén informados y capacitados para cumplir con las directrices establecidas.

Figura 22 *Acta de asistencia de capacitación sobre manejo de PTAR*

Acta de Asistencia reunión - capacitación

TEMA Capacitación Petari

Tipo de Capacitación
 Interna Externa

Proveedor Contratada ARL
 Director Técnico Otros

Hora Inicio 11:00 Hora Finalización 12:40

Fecha 24-03-23 Nro. Personal convocado Nro. Personal Asistente 3

Nombre del Capacitador Gabriel RIVERA - 3207638661

Objetivo de la capacitación / Reunión
 Dar a conocer el manejo e importancia del proceso petar.

Método de evaluación (Si Aplica)

ASISTENCIA			
No	Nombre	Cargo	Firma
1	Anderson Londoño Aydelo	Operador PTAR	Anderson L
2	David López K	A. Celular	David
3	Curry Restrepo García	Auxiliar Ambiental	Curry Restrepo
4			

Nota. Fuente: Autoría propia.

Además, se realizó capacitación a los operarios de la PTAR con personal externo (proveedores de productos químicos) para profundizar en temas de operación y consumo químico de la planta. Como resultado se obtuvo el aforo de dosificación química del coagulante y neutralizante (Tabla 4 y Tabla 5).

Tabla 4 Aforo de consumo químico de Coagulante CF34

Aforo con CF34 - 600g/L		
Porcentaje	Q bomba (ml/s)	DOSIS (ppm) Para 3 L/s
10%	0,50	0,17
20%	1,00	0,33
30%	1,43	0,48
40%	2,00	0,67
50%	2,50	0,83
60%	3,00	1,00
80%	4,30	1,43
100%	5,00	1,67

Tabla 5 Aforo de consumo químico de Soda Cáustica.

Aforo con SODA CAÚSTICA - 200 g/L - 16,67%		
Porcentaje	Q (ml/s)	DOSIS (ppm) Para 3 L/s
10%	0,26	0,09

20%	0,58	0,19
30%	0,67	0,22
40%	0,83	0,28
50%	1,00	0,33
60%	1,39	0,46
80%	1,67	0,56
100%	2,08	0,69

Adicionalmente, se implementó un control del consumo químico utilizado en el proceso. Este control se lleva a cabo mediante el diligenciamiento diario del formato de seguimiento y operación de parámetros fisicoquímicos del sistema de tratamiento de agua residual no doméstica (**Figura 23****Figura 24**) y tiene como finalidad llevar el control y validar la efectividad de la estrategia implementada. Se registra y monitorea de manera regular los diferentes parámetros, lo que permite evaluar su impacto y realizar ajustes si es necesario.

Figura 23 Formato de seguimiento y operación de parámetros fisicoquímicos del STARnD

Productos Alimenticios Sevilla		PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS LÍQUIDOS					Fecha: 18/04/23		
		FORMATO SEGUIMIENTO DE OPERACIÓN Y PARÁMETROS FISIQUÍMICOS DEL STARnD					Versión: 02		
FECHA	HORA	OPERARIO	ESTADO DE CRIBADO	CANTIDAD DE SÓLIDOS RETIRADOS (Kg)	AFLUENTE		PH SERPENTÍN	EFLUENTE	
					TEMPERATURA	pH		TEMPERATURA °C (< 40°C)	pH (6,0 - 9,0)
09/05/23	12:40	Anderson	Sin Novedad	—	30,3	6,3	7,0	29,9	6,9
09/05/23	13:40	Anderson	Sin Novedad	—	29,8	6,1	7,3	29,7	6,9
09/05/23	14:40	Anderson	Sin Novedad	—	29,9	6,1	7,2	29,9	7,1
09/05/23	17:00	Anderson	Sin Novedad	—	28,4	5,8	6,6	29,3	6,4
09/05/23	18:00	Anderson	Sin Novedad	—	28,2	5,9	6,8	28,9	6,6
09/05/23	19:00	Anderson	Sin Novedad	4,8	28,0	5,7	6,8	28,5	6,5
10/05/23	6:30	Edisson	Sin Novedad	—	27,3	5,0	6,8	28,0	6,5
10/05/23	7:30	Edisson	Sin Novedad	—	26,7	5,0	6,0	28,7	6,0

Nota. Fuente: Autoría propia.

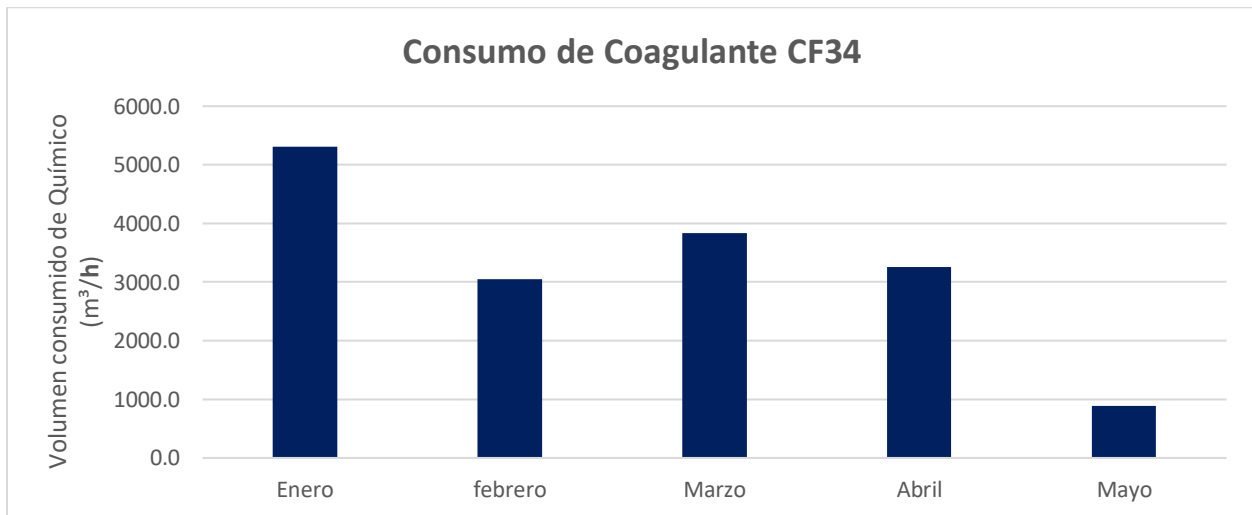
Figura 24 Formato de seguimiento y operación de parámetros fisicoquímicos del STARnD

Productos Alimenticios Sevilla			PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS LÍQUIDOS					Fecha: 18/04/23	
			FORMATO SEGUIMIENTO DE OPERACIÓN Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL STARnD					Versión: 02	
TRATAMIENTO			RASPADOR		LODO			PRESIÓN MICRO - BURBUJA (psi)	OBSERVACIONES
COAGULANTE (ml/seg)	FLOCULANTE	POTASA (ml/s)	ON (Seg)	OFF (Seg)	GENERADO	DESHIDRATADO	ENTREGADO		
0,75	—	0,67	60	1800	—	—	—	58 psi	
0,75	—	0,67	60	1800	—	—	—	53 psi	
0,75	—	0,67	60	1800	—	—	—	53 psi	
0,75	—	0,67	60	1800	—	—	—	56 psi	
0,75	—	0,67	60	1800	—	—	—	56 psi	
0,75	—	0,67	60	1800	400	400	—	58 psi	

Nota. Fuente: Autoría propia.

A continuación, en la (Figura 25), se presentan los resultados del volumen consumido de Coagulante durante el período de enero a mayo, y se observa una disminución en el consumo a lo largo de ese tiempo. Esta disminución se puede atribuir a la implementación del plan de manejo de residuos líquidos. Sin embargo, no se pudo obtener una representación gráfica del consumo de floculante y neutralizante debido a errores en los cálculos al momento de completar la información en los formatos. Por lo tanto, no es posible realizar un análisis comparativo de estos productos.

Figura 25 Consumo de coagulante CF34



Nota. Fuente: Autoría propia.

- **Monitoreo continuo**

Se ha establecido un sistema de monitoreo regular para evaluar el cumplimiento del programa y medir su efectividad. Este sistema involucra la recolección de datos, la revisión de registros y el seguimiento de indicadores para evaluar el desempeño del programa. Entre los principales parámetros que se monitorean se encuentran el pH y la temperatura del agua tanto en la entrada (afluente) como en la salida (Efluente) del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Con base en la información anterior, se utiliza la información recopilada para detectar posibles anomalías en los valores de pH y temperatura. Para visualizar claramente el comportamiento de estos parámetros, se generan gráficas (

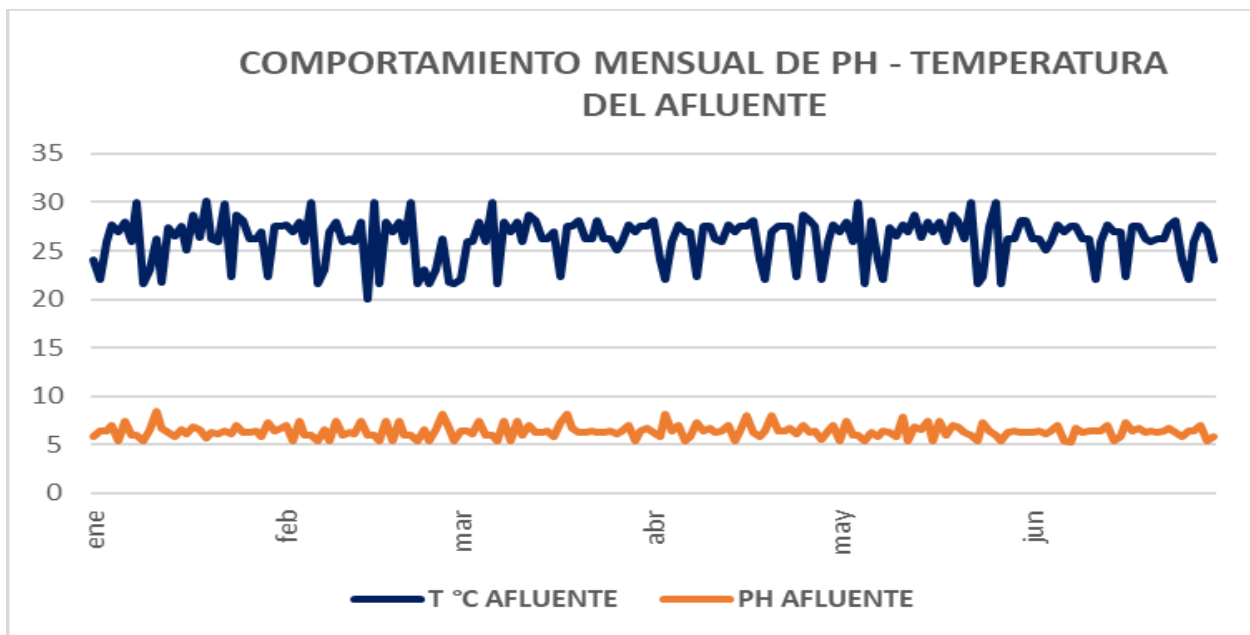
Figura 26 y se puede apreciar que los valores de temperatura del agua residual en el afluente se mantienen por debajo de 40°C, lo cual indica que no se requieren acciones para llevar a cabo el proceso fisicoquímico. En el caso de que la temperatura supere este valor, sería necesario dejar el agua en reposo hasta que cumpla con las condiciones adecuadas, con el fin de garantizar la efectividad de los productos químicos utilizados en el tratamiento.

Sin embargo, al examinar los valores de pH en el mismo gráfico, se observa que en algunas ocasiones los valores se encuentran en niveles ácidos (inferiores a 6 unidades de pH). En estas situaciones, es necesario ajustar el pH a un nivel neutro (entre 6 y 9 unidades de pH) antes de proceder a la adición de coagulantes y floculantes. Esto es necesario para garantizar la eficacia del proceso, ya que un pH neutro favorece su efectividad.

Figura 27), que representan la variación de los valores a lo largo del tiempo.

Estas gráficas permiten identificar tendencias, patrones y desviaciones que podrían indicar problemas en el tratamiento de aguas residuales. Si se observa alguna anomalía, se pueden tomar medidas correctivas o realizar ajustes en el sistema para mantener los valores de pH y temperatura dentro de los límites establecidos por la Resolución 0631 de 2015. Según dicha resolución, el pH debe estar en el rango de 6 a 9, y la temperatura del agua residual no puede superar los 40°C.

Figura 26 *Comportamiento mensual de pH y temperatura del afluente*

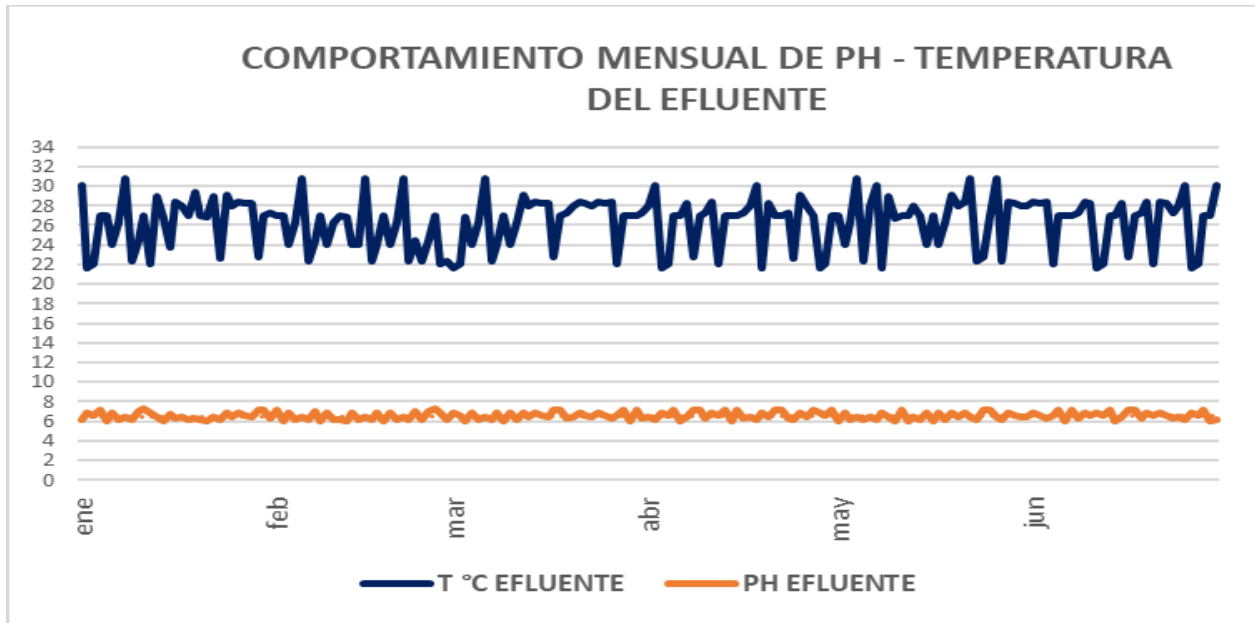


Nota. Fuente: Autoría propia.

El monitoreo del pH y la temperatura es fundamental tanto en afluente como en el efluente. En el afluente, se realiza para determinar si es necesario llevar a cabo acciones y/o ajustes pretratamiento del agua residual, mientras que en el efluente se lleva a cabo para verificar el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos establecidos para su vertimiento.

En el gráfico de la **Figura 26**, se puede apreciar que los valores de temperatura del agua residual en el afluente se mantienen por debajo de 40°C, lo cual indica que no se requieren acciones para llevar a cabo el proceso fisicoquímico. En el caso de que la temperatura supere este valor, sería necesario dejar el agua en reposo hasta que cumpla con las condiciones adecuadas, con el fin de garantizar la efectividad de los productos químicos utilizados en el tratamiento.

Sin embargo, al examinar los valores de pH en el mismo gráfico, se observa que en algunas ocasiones los valores se encuentran en niveles ácidos (inferiores a 6 unidades de pH). En estas situaciones, es necesario ajustar el pH a un nivel neutro (entre 6 y 9 unidades de pH) antes de proceder a la adición de coagulantes y floculantes. Esto es necesario para garantizar la eficacia del proceso, ya que un pH neutro favorece su efectividad.

Figura 27 Comportamiento mensual del pH y temperatura del efluente

Nota. Fuente: Autoría propia.

En la **Figura 27** se puede observar que la temperatura del agua residual se mantiene dentro de los límites establecidos, lo que indica un cumplimiento adecuado. Además, los valores de pH son ajustados exitosamente a través del sistema de tratamiento, asegurando así el cumplimiento normativo y la efectividad de los métodos utilizados.

- **Cumplimiento normativo**

Durante el periodo de prácticas académicas, no fue posible llevar a cabo una caracterización de todos los parámetros requeridos para el vertimiento de aguas, según lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, sin hacer uso del filtro de arena. Como resultado, no se puede asegurar el cumplimiento diario de todas las regulaciones y normativas vigentes relacionadas con el manejo de residuos líquidos.

5 Análisis

Los resultados obtenidos tras la implementación del programa de manejo integral de residuos líquidos en la empresa Productos Alimenticios Sevilla indican un impacto positivo en la gestión ambiental. La implementación de un sistema de monitoreo y seguimiento periódico permitió evaluar el desempeño del programa y realizar ajustes necesarios, lo que reflejó un enfoque continuo hacia la mejora y optimización de las prácticas ambientales. A continuación, se realiza un análisis de los principales hallazgos y su relevancia.

- **Cumplimiento normativo:** Aunque no se verificó el cumplimiento de los estándares de calidad del agua ante las autoridades ambientales aplicables, el programa de manejo de residuos líquidos implementado ha permitido a la empresa observar mejoras en sus procesos, lo que lleva a la conclusión de que opera de acuerdo con los requisitos legales y ambientales. Se espera que la compañía continúe cumpliendo con los parámetros de vertimiento establecidos por la Resolución 0631 de 2015, evitando así posibles sanciones y mejorar su reputación en términos de responsabilidad ambiental.
- **Mejora en la gestión ambiental:** La implementación del programa ha llevado a una mejora general en la gestión ambiental de la empresa. El establecimiento de un sistema de monitoreo y seguimiento periódico ha permitido evaluar el desempeño del programa y realizar ajustes cuando sea necesario. Esto ha fortalecido la cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en la compañía.

En conclusión, los resultados demuestran que la implementación del programa de manejo integral de residuos líquidos ha tenido un efecto beneficioso en la gestión ambiental y la eficiencia en el uso de recursos hídricos en la empresa. Estos resultados respaldan la importancia de adoptar enfoques sostenibles y eficientes en el manejo de residuos líquidos en la industria alimentaria, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la promoción de prácticas responsables.

6 Conclusiones

El diseño e implementación del Programa de manejo integral de residuos líquidos en Productos Alimenticios Sevilla ha sido exitoso y se ha adaptado de manera efectiva a las necesidades y características específicas de la empresa. Se han considerado aspectos técnicos, ambientales y legales para garantizar su eficacia y cumplimiento.

Aunque apenas se comienza con la medición de indicadores seguimiento y evaluación, estos han permitido medir el desempeño del programa de manejo de residuos líquidos, lo que ha facilitado la identificación de áreas de mejora y la realización de ajustes necesarios para optimizar su funcionamiento.

La verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos para garantizar la calidad del agua residual ha sido una tarea fundamental, asegurando que se cumplan los estándares establecidos y promoviendo la protección del medio ambiente.

La capacitación del personal de la empresa en las prácticas de manejo integral de residuos líquidos ha sido un factor clave para promover la conciencia ambiental y fomentar la adopción de buenas prácticas en todas las etapas del proceso. Esto ha contribuido a la mejora continua y al compromiso de todos los empleados con la gestión sostenible de los residuos líquidos.

La documentación y sistematización del proceso de desarrollo e implementación del programa de manejo integral de residuos líquidos ha generado información y conocimiento valiosos que pueden ser utilizados como referencia en futuros proyectos o iniciativas similares. Esto facilitará la replicabilidad de buenas prácticas y el aprendizaje organizacional en materia de manejo de residuos líquidos.

7 Recomendaciones

Se recomienda continuar monitoreando y evaluando periódicamente los indicadores de desempeño establecidos para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del programa. Además, se sugiere explorar oportunidades de reutilización y reciclaje de los residuos generados para promover una economía circular en la industria.

Además, se recomienda reactivar el funcionamiento del filtro de arena en el proceso de tratamiento de las aguas residuales. Dado que no se realizó una caracterización para determinar si se cumplen los parámetros fisicoquímicos establecidos por la Resolución 0631, es crucial reactivar el uso de este filtro. De esta manera, se garantizará una mayor seguridad y se evitarán posibles riesgos asociados al incumplimiento de dichos parámetros. La reactivación del filtro de arena permitirá contar con un sistema confiable, asegurando así el cumplimiento de las normativas y la protección del medio ambiente.

En conclusión, se sugiere tomar en consideración la implementación de las diversas medidas mencionadas en el informe, como, por ejemplo, la instalación de un medidor de agua residual, como una acción fundamental para mejorar la eficiencia del proceso de tratamiento de aguas y reforzar el compromiso con la gestión sostenible del recurso hídrico.

Referencias

- Agua para consumo humano. (2022, marzo 21). Organización mundial de la salud. Recuperado 10 de marzo de 2023, de <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/drinking-water>
- DE, S. D. R. Y. E., & PLUVIALES, A. R. D. Y. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS-2000.
- Elieser, E. G. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 270- 277.
- FAIZÁN. (2022). Medellín
- Lucas, S. M., & García, R. S. (2018). El agua en la industria alimentaria. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 33(2), 157-171.
- Mundial, B. (2020). El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial. El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial.
- Nunez, C. (2023, 6 marzo). La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente. *National geographic*. Recuperado 15 de marzo de 2023, de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>.
- Resolución 0631. Bogotá, D.C., 2015
- Resolución 3956. Bogotá, D.C., 2009
- Rojas, R. (2002). Sistemas de tratamiento de aguas residuales. *Gestión integral de tratamiento de aguas residuales*, 1(1), 8-15.
- Rojas Remis, R., & Mendoza Espinosa, L. (2015). Plantas de tratamiento de aguas residuales: una vision como sistema complejo

Anexos

Anexo 1 Programa Residuos Líquidos

Anexo 2 Formatos Programa Residuos Líquidos

Anexo 3 Anexos Programa Residuos Líquidos