



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL Y PROPUESTAS DE
MEJORAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE
GRASA BOVINA COMESTIBLES Y HARINA DE CARNE
EN LA CIUDAD DE SANTA FE, ARGENTINA.**

María Cecilia Pinatti

Trabajo Final remitido al Comité Académico de la Maestría
como parte de los requisitos para la obtención
del grado de
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL
de la
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

2025



ACTA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

En la sede de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, en la ciudad de Santa Fe, a los veintisiete días del mes de abril del año dos mil veintiséis, se reúnen en forma online sincrónica los miembros del Jurado designado para la evaluación del Trabajo Final de Maestría en Gestión Ambiental titulado **“Diagnóstico socioambiental y propuestas de mejoras para el tratamiento de efluentes líquidos de una planta de elaboración de grasa bovina comestible y harina de carne en la ciudad de Santa Fe, Argentina.”**, desarrollado por la Ing. María Cecilia PINATTI, DNI N° 33.827.166, bajo la dirección del Dr. Claudio Passalía. Ellos son: el Mg. Eduardo Vidal, la Mg. Daniela García, y el Mg. Francisco Javier Fernández.-----

La Presentación oral y defensa del Trabajo Final se efectúan bajo la modalidad online sincrónica según lo establecido por Resolución CS N° 382/21.

Luego de escuchar la Defensa Pública y de evaluar el Trabajo Final, el Jurado considera:

Que la presentación fue clara, utilizando un lenguaje técnico adecuado, con un buen uso del tiempo establecido.

La maestranda respondió adecuadamente las preguntas del Jurado durante la exposición como así también incorporó a la versión final del manuscrito las respuestas a las observaciones oportunamente realizadas por los evaluadores.

Por lo tanto, el Jurado aprueba el Trabajo Final con calificación 9 (nueve) Distinguido.

Sin más, se da por finalizado el Acto Académico con la firma de los miembros del Jurado al pie de la presente.-----

Mg. Eduardo Vidal

Mg. Daniela García

Mg. Francisco Javier
Fernández



[Signature]
Dr. José Luis Macor
Director de Posgrado
FICH - UNL

Comisión de Posgrado, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Ciudad Universitaria,
Paraje “El Pozo”,
S3000, Santa Fe, Argentina



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL Y PROPUESTAS DE
MEJORAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE
GRASA BOVINA COMESTIBLES Y HARINA DE CARNE
EN LA CIUDAD DE SANTA FE, ARGENTINA.**

María Cecilia Pinatti

FICH

FACULTAD DE INGENIERIA
Y CIENCIAS HIDRICAS

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL Y PROPUESTAS DE
MEJORAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE
GRASA BOVINA COMESTIBLES Y HARINA DE CARNE
EN LA CIUDAD DE SANTA FE, ARGENTINA.**

María Cecilia Pinatti

Director:

Dr. Claudio Passalía

FICH-UNL

Jurado Evaluador:

Mg Ing. García María Daniela

FICH-UNL

Mg Bioing. Francisco Javier

UNER

Mg Ing. Eduardo Vidal

Fac. Hum y Cs -UNL

2025

CERTIFICACIÓN DEL JURADO DEL TRABAJO FINAL

El presente documento certifica que el trabajo final titulado “**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL Y PROPUESTAS DE MEJORAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE GRASA BOVINA COMESTIBLES Y HARINA DE CARNE EN LA CIUDAD DE SANTA FE, ARGENTINA**” presentado por, María Cecilia Pinatti ha sido evaluado por el siguiente jurado designado por la institución:

Presidente del Jurado: [NOMBRE DEL PRESIDENTE]

Miembro del Jurado: [NOMBRE DEL MIEMBRO]

Miembro del Jurado: [NOMBRE DEL MIEMBRO]

Se certifica que el trabajo ha sido evaluado de acuerdo con los criterios académicos establecidos y se ha considerado satisfactorio para la obtención del título Magister en Gestión Ambiental.

Firma del Presidente del Jurado: _____

Firma del Miembro del Jurado: _____

Firma del Miembro del Jurado: _____

Fecha: _____

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR Y CO-DIRECTOR DEL TRABAJO FINAL

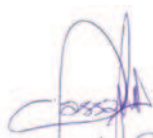
El presente documento certifica que el trabajo final titulado “Diagnóstico socioambiental y propuestas de mejoras para el tratamiento de efluentes líquidos de **una planta de elaboración de grasa bovina comestibles y harina de carne en la ciudad de santa fe, Argentina**” presentada por maría Cecilia Pinatti, ha sido dirigido por:

Director del Trabajo Final: Dr. Claudio Passalía.
DNI 28 731 437 - cpassalia@unl.edu.ar

Se certifica que el trabajo ha sido desarrollado bajo la dirección y del mencionado, quien ha brindado su orientación y asesoramiento durante todo el proceso de investigación y elaboración del trabajo.

Firma del director del Trabajo Final:

Fecha: 2025



Dr. Claudio Passalía
DNI 28731437

DECLARACIÓN LEGAL DEL AUTOR

En cumplimiento con los requisitos establecidos, declaro que el presente trabajo, titulado **“Diagnóstico socioambiental y propuestas de mejoras para el tratamiento de efluentes líquidos de una planta de elaboración de grasa bovina comestibles y harina de carne en la ciudad de santa fe, Argentina”** ha sido realizado por mí y constituye mi propia creación, basado en mi investigación y análisis. Todos los recursos utilizados han sido debidamente citados y referenciados según las normativas académicas correspondientes.

Firma:



Fecha: 2025

Nombre del autor: María Cecilia Pinatti

Titulación: Maestría en Gestión Ambiental.

Grado académico: Magíster en Gestión Ambiental.

DEDICATORIA

A mi familia por el apoyo incondicional en toda mi carrera, que formó parte de mi crecimiento personal y profesional.

Dedico también este trabajo, como un aporte a la planta en estudio y a la comunidad en general ya que creo que hoy existe una mayor preocupación y conciencia social por la gestión responsable de los recursos disponibles y la reducción de los impactos ambientales causados por las diferentes actividades. Creo firmemente que todos debemos unir esfuerzos para que todo apunte a una producción, vida y desarrollo más sostenible.

Todos tenemos un compromiso y responsabilidad con el ambiente, en especial el sistema productivo, y debemos repensar nuestros patrones de consumo.

Seguiré trabajando y asegurándome siempre que sea por ese camino, con cariño,

Lic. María Cecilia Pinatti

Autor/a de la Tesis: **“Diagnóstico socioambiental y propuestas de mejoras para el tratamiento de efluentes líquidos de una planta de elaboración de grasa bovina comestibles y harina de carne en la ciudad de santa fe, Argentina”**

AGRADECIMIENTOS

A mi familia que me apoyo y acompaño en este camino de formación y a todos los que de una forma u otra también lo hicieron, a mis compañeros, profesores, equipo académico y a la facultad en particular que me brindó tanto conocimientos académicos como así también apoyo y crecimiento y buenos recuerdos.

Agradezco a mi director Claudio Passalia por su plena disposición y colaboración, a pesar de mis idas y vueltas, me permitió desarrollar y finalizar mi trabajo acompañándome en todo momento.

A la planta en estudio que me abrió las puertas para que pueda desarrollar el trabajo final de la carrera, aportándome toda la información y conocimientos necesarios para llevar a cabo dicho estudio, y en particular al responsable de la planta que fue quien me recibió y guio.

¡Un agradecimiento especial a una de mis compañeras y amigas de la maestría que me llamó un día domingo por la mañana y siendo feriado! Me animó y entusiasmó a terminar el trabajo final para dar cierre a una etapa de formación muy valiosa.

**“DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL Y PROPUESTAS DE MEJORAS PARA
EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE UNA PLANTA DE
ELABORACIÓN DE GRASA BOVINA COMESTIBLES Y HARINA DE
CARNE EN LA CIUDAD DE SANTA FE, ARGENTINA”**

Índice general

Capítulo I	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
Capítulo II	4
2. Marco teórico y Estado del arte.....	4
2.1 Industrias de aprovechamiento de subproductos de origen animal	5
2.1.1 Graserías.....	5
2.1.2 Industrias de renderizado	6
2.1.3 Las industrias de renderizado y su papel en el ambiente	7
2.1.4 Productos y usos del rendering. Subproductos de origen animal para su procesamiento.....	9
2.1.5. Obtención de grasa bovina comestible y harina de carne	10
2.2 Análisis de los aspectos ambientales en industrias de aprovechamiento de subproductos de origen animal	13
2.2.1 Consumo de energía	14
2.2.2 Consumo de agua	15
2.2.3 Vertidos líquidos	15
2.2.4 Olores	15
2.2.5 Ruidos y vibraciones	16
2.2.6 Residuos sólidos	16
2.3 Clasificación general de los efluentes según el tipo de industrias	17
2.3.1 Características generales de los líquidos residuales	19
2.3.1.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	19
2.3.1.2 Demanda química de oxígeno (DQO)	20
2.3.1.3 Sulfuros.....	20
2.3.1.4 Temperatura.....	20
2.3.1.5 Oxígeno Disuelto	21
2.3.1.6 Sólidos Totales	21
2.3.1.7 Sólidos Suspendidos Totales	21
2.3.1.8 Sólidos Disueltos y Coloidales	21

2.3.1.9 Potencial de hidrógeno	21
2.4 Análisis de los líquidos residuales	22
2.4.1 Principios básicos y características del muestreo para análisis de efluentes..	23
2.4.1.1 Lugares de muestreo	23
2.4.1.2 Duración del muestreo.....	23
2.4.1.3 Tipo de muestras.....	24
2.5 Gestión de efluentes líquidos de las industrias	24
2.5.1 El cambio de enfoque: nuevos paradigmas. De una economía lineal a una economía circular.....	24
2.5.1.1 Tipos de tratamiento	25
2.5.1.2 Pre tratamiento.....	25
2.5.1.3 Tratamiento primario	26
2.5.1.3.1 Desarenador	26
2.5.1.3.2 Remoción de las grasas	26
2.5.1.3.3 Homogeneización	27
2.5.1.3.4 Flotación	27
2.5.1.3.5 Coagulación	27
2.5.1.3.6 Sedimentación.....	27
2.5.1.4 Tratamiento secundario	27
2.5.1.4.1 Procesos Aerobios.....	28
2.5.1.4.2 Procesos anaerobios	28
2.5.1.4.3 Lodos activados	28
2.5.1.5 Tratamiento terciario	28
2.5.1.5.1 Ionización.....	28
2.5.1.5.2 Cloración.....	28
Capítulo III	30
3. Marco legal.....	30
3.1 Legislación Nacional	30
Constitución Nacional	30
3.2 Legislación Provincial	34
3.3 Legislación municipal.....	38
Capítulo IV.....	40
4. Metodología.....	40
4.1. Recolección y análisis de información	40
4.2. Actividad de campo	40

4.3. Diagnóstico del funcionamiento actual de la planta	41
4.4. Análisis y Propuesta de Mejora	41
4.5. Plan de gestión ambiental	42
4.6 Recomendaciones y conclusiones.....	42
Capítulo V	43
5. Relevamiento y diagnóstico de la planta. Análisis de la información recolectada	43
5.1 Análisis social: sistematización de los resultados de las encuestas	43
5.2 Análisis técnico. Consideraciones generales y particulares.....	54
5.2.1 Etapas del proceso productivo de grasa bovina y harina de carne	56
5.2.2 Generación y gestión de residuos industriales peligrosos y no peligrosos	60
5.2.2.1 Residuos sólidos urbanos	60
5.2.2.2 Residuos no peligrosos industriales o de actividades de servicio	61
5.2.2.3 Residuos peligrosos	61
5.2.3 Generación y clasificación de los efluentes líquidos	62
5.2.3.1 Efluentes cloacales	62
5.2.3.2 Efluentes industriales.....	62
5.2.4 Gestión y tratamiento de efluentes líquidos	63
5.2.4.1 Plan de muestreo y análisis de datos	65
5.2.4.2 Conclusiones de los análisis fisicoquímicos.....	68
5.2.5 Emisiones gaseosas y ruido	68
5.2.6. Otros datos de la planta	70
5.2.6.1 Operaciones auxiliares para el funcionamiento de la planta	70
5.2.7 Operaciones de almacenamiento	73
Capítulo VI.....	75
6- Alternativas de solución y plan de gestión.....	75
6.1 Alternativas de solución o mejoras para el tratamiento de efluentes líquidos	75
6.2 Plan de gestión ambiental	82
6. 2.1 Programa gestión de efluentes líquidos industriales y cuidado del recurso agua	83
6.2.2 Programa gestión de residuos industriales peligrosos y no peligrosos y asimilables a urbanos	86
6.2.3 Programa de protección de la calidad del aire.....	89
6.2.4 Programa de protección de la calidad del agua.	93
6.2.5 Programa de protección de la calidad del suelo.	94

6.2.6 Programa de capacitación.....	95
6.2.7 Programa de contingencias y gerenciamiento de riesgo	98
Capítulo VII	104
7. Conclusiones y recomendaciones	104
Bibliografía.....	107
Anexos.....	111
Anexo 1: Planilla relevamiento social.	111
Anexo 2: Planilla de asistencia a capacitaciones.	112
Anexo 3: Planilla Registro y comunicación de contingencias ambientales.....	113

Índice de figuras.

Figura 2.1: Los tres pilares de la sustentabilidad.....	7
Figura 2.2: Diagrama de flujo de la obtención de harinas y grasas animales según Refinerías del Centro S.A.	13
Figura 2.3: Esquema resumen de tratamiento de efluentes líquidos	29
Figura 5.4: Diagrama de flujo de proceso productivo de la planta en estudio	58
Figura 5.5: esquema sistema de flotación por aire disuelto DAF.....	64
Figura 6.1: Esquema tratamiento de aguas residuales.	77
Figura 6.2: Esquema e imagen de birreactor de membrana.	82

Índice de tablas

Tabla 2.1: Efectos ambientales valorados según etapa de proceso	17
Tabla: 5.1: Sexo registrado al nacer.	45
Tabla 5.2: Edad en grupos	45
Tabla 5.3: Máximo nivel de instrucción alcanzado.....	46
Tabla 5.4: Actividad principal.....	47
Tabla 5.5: Ese trabajo...? lo hace como...?	48
Tabla 5.6: Percepción de olores.....	49
Tabla 5.7: Momento del día en el que se sienten olores.....	50
Tabla 5.8: Cómo afectan los olores a la vida de los habitantes del barrio	51
Tabla 5.9: ¿Percibe ruidos molestos en el barrio?	51

Tabla 5.10: ¿cómo afectan los ruidos a la vida de los habitantes del barrio?.....	52
Tabla 5.11: ¿Conoce alguna planta por la zona?.....	53
Tabla 5.12: Insumos utilizados para la planta en estudio.....	56
Tabla 5.13: Puntos de muestreo de la planta en estudio.....	66
Tabla 5.14: Análisis mensual de la planta en estudio. Mes de junio 2025.....	67
Tabla 5.15: Análisis de ruido en ambiente laboral. Mes junio 2025.....	71
Tabla 6.1: ventajas de tratamiento anaeróbico en términos de rendimiento, consumos y producción de residuos respecto al aeróbico	77
Tabla 6.2: Eficiencia de un biorreactor de membrana.....	81
Tabla 6.2: Información técnica de un birreactor de membrana.....	81
Tabla 6.3: Comparación de ambas alternativas	82

Índice de imágenes

Imagen 5.1: Elaboración de grasa comestible de la planta en estudio	59
Imagen 5.2: Elaboración harina de carne de la planta en estudio.....	60
Imagen 5.3: Tratamiento de efluentes líquidos de la planta en estudio	
Imagen 5.4: Equipos para funcionamiento de la planta en estudio	72
Imagen 5.5: Almacenamiento de materia prima de la planta en estudio	
Imagen 5.6: Almacenamiento de productos elaborados	73
Imagen 5.7: Almacenamiento envases vacíos reutilizables.....	74
Imagen 6.1: Opciones de rejillas de desbaste y tamizado de limpieza manual.	81

Índice de gráficos

Gráfico 5.1: Frecuencia con la que los encuestados perciben olores.....	49
Gráfico 5.2: Momento del día en el que se sienten olores.....	50
Gráfico 5.3: Cómo afectan los olores a la vida de los habitantes en el barrio.....	51
Gráfico 5.4: Frecuencia con la que percibe ruidos molestos en el barrio.....	52
Gráfico 5.5: ¿Cómo afectan los ruidos a la vida de los habitantes en el barrio?.....	52
Gráfico 5.6: ¿Conoce alguna planta industrial en la zona?.....	53

Capítulo I

1. Introducción

La industria alimentaria ocupa un lugar significativo a nivel mundial y desempeña un papel fundamental en la economía global. En particular, la producción e industrialización de carne representa una de las actividades más relevantes del sector, ya que comprende todo el proceso que va desde la cría de animales hasta el procesamiento en distintos cortes, el almacenamiento y la utilización de subproductos y residuos con fines de reaprovechamiento. Este proceso genera no solo alimentos, sino también una gran cantidad de residuos que, si no se gestionan adecuadamente, pueden provocar pérdidas económicas y efectos adversos sobre el ambiente.

En este sentido, la Dirección Nacional Asistente de Vinculación Tecnológica de Argentina señala que cerca de un tercio de los alimentos producidos a nivel mundial se pierde o desperdicia. Plantea, además, que, junto al avance de regulaciones ambientales, el creciente interés por productos naturales y la necesidad de optimizar procesos de recuperación, la industria alimentaria —y especialmente al sector cárnico— se enfrenta a una oportunidad concreta para mejorar su competitividad mediante la valorización de residuos. La *economía circular* se presenta, entonces, como una perspectiva clave para minimizar el impacto ambiental, mejorar la eficiencia en el uso de recursos y promover la actividad económica a través de la innovación en los procesos productivos.

En este contexto, el presente trabajo se enfoca en una industria ubicada en la ciudad de Santa Fe, dedicada al reciclaje de subproductos generados por frigoríficos habilitados de la región. Por políticas y permisos de la empresa no se presenta el nombre ni se muestra la ubicación de la misma, y de esta manera tampoco se define área de influencia en forma de imagen. Esta empresa produce principalmente grasa bovina comestible y harina de carne mediante un proceso de renderizado. Cabe aclarar que, si bien el reciclaje de subproductos animales no es una práctica reciente —existen registros de su desarrollo desde el siglo XVIII—, sus métodos se han perfeccionado con el tiempo. Actualmente, se utiliza un sistema tecnificado conocido como rendering o renderizado, que transforma residuos de origen animal en materias primas de valor para distintas industrias. Las plantas de rendering procesan materiales crudos y desperdicios de la industria cárnica, generando productos como sebo industrial, grasas refinadas y harinas de carne y hueso.

Este tipo de reciclaje no solo aporta beneficios económicos, sino que también favorece la sostenibilidad ambiental, alineándose con los principios de la economía circular.

Otro aspecto importante a señalar es que, en Argentina, la cadena de producción de carne bovina tiene un fuerte arraigo territorial y desempeña un rol estratégico dentro del sistema agroalimentario. Además de su relevancia como fuente básica de alimento, este sector aporta significativamente al Producto Bruto Interno, genera empleo, promueve el desarrollo regional y representa una importante fuente de divisas. No obstante, como se mencionó anteriormente, enfrenta el reto de desarrollar soluciones sostenibles para el tratamiento de los residuos generados, los cuales, con un adecuado abordaje tecnológico, pueden convertirse en insumos con alto valor económico.

Finalmente, la *planificación territorial* constituye una dimensión significativa tanto en el enfoque aquí planteado como en términos generales, ya que exige una localización y reconocimiento de nuevos polos industriales que minimicen su cercanía a núcleos urbanos densos y zonas ambientalmente sensibles. Esto responde a la necesidad de que el desarrollo económico se articule con la protección ambiental y el bienestar social.

1.1 Descripción del problema

La industria de procesamiento de alimentos proporciona productos aptos para el consumo humano y subproductos para la industria ganadera. Sin embargo, este proceso conlleva la generación de efluentes líquidos con valores elevados de materia orgánica, residuos sólidos, polvo en suspensión, ruidos y olores.

Una industria de renderizado, ubicada en el norte de la ciudad de Santa Fe, produce grasa bovina comestible y harina de carne. Con el tiempo, esta planta ha quedado dentro del ejido urbano debido al crecimiento de la ciudad, rodeada ahora por diferentes barrios

La planta funciona desde 1994, antes de la sanción del reglamento urbano de la ciudad, lo que permitía su funcionamiento aún sin pertenecer al Distrito Industrial. Con el paso de los años, la empresa ha recibido quejas de vecinos por olores y ruidos, argumentando que afectan su calidad de vida.

La industria ha experimentado crecimiento en escala y tipo de producción, lo que ha aumentado el flujo de materias primas e insumos, generación de residuos y efluentes. Sin embargo, la gestión integral de sus efluentes líquidos y su correspondiente planta de

tratamiento no ha sido renovada, generando preocupación por la capacidad de manejo de los efluentes.

De aquí, la necesidad de realizar un diagnóstico socio ambiental para evaluar el estado en el cual se encuentra la planta industrial, identificar los puntos críticos y la eficiencia de la planta de tratamiento de efluentes, y de esa manera, proponer soluciones si la situación lo requiere, como así también, formular un plan de gestión ambiental para implementarlo o tenerlo de guía en la industria.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Realizar un diagnóstico socioambiental que evalúe el funcionamiento de una planta de elaboración de subproductos de origen animal y su interacción con el entorno, con el fin de identificar posibles problemáticas y, en caso de existir, proponer alternativas de solución específicas, así como formular un plan de gestión ambiental adecuado.

1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico socioambiental de la planta para conocer la situación actual.
- Evaluar el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente.
- Identificar medidas de acción necesarias para solucionar los problemas identificados en el diagnóstico.
- Elaborar un plan de gestión ambiental para implementarlo en la planta industrial.

Capítulo II

2. Marco teórico y Estado del arte

De acuerdo al Análisis de la valorización de pérdidas y desperdicios alimentarios de subproductos animales del sector minorista (2022), la industria cárnica genera una gran cantidad de subproductos animales, no solo derivados del proceso de sacrificio, sino también por las pérdidas y el desperdicio de productos cárnicos a lo largo de la cadena de suministro, lo que contribuye al problema mundial de la pérdida y el desperdicio de alimentos. Ante esta situación, en el contexto de los negocios en general, y especialmente en el sector agroalimentario, se ha intensificado la preocupación por el manejo responsable de los recursos, la reducción del impacto ambiental y la optimización en la gestión de subproductos, residuos y desechos (Amato, 2023). En particular, el tratamiento y la reducción de subproductos animales han evidenciado su infrautilización y, al mismo tiempo, el potencial que representan como recursos valiosos si se gestionan adecuadamente. En este sentido, su transformación en nuevos productos con valor añadido se presenta como una alternativa estratégica, dejando de ser viable su simple descarte, sobre todo cuando se trata de cantidades significativas de materias primas con alto potencial económico.

En este contexto, la reutilización y valorización de los subproductos animales generados en el sector minorista alimentario puede implicar su envío a otras empresas, organizaciones o industrias, donde pueden ser procesados para la obtención de productos con valor añadido. Como se señala en el informe Convertir los residuos proteicos alimentarios en tecnologías sostenibles (2022) en la escala industrial, el proceso más utilizado en la gestión de todos los subproductos animales es el renderizado, en el cual la estabilización y esterilización de estos materiales se produce en condiciones severas de temperatura y presión. Sus dos principales productos finales son la harina y la grasa animal, que pueden utilizarse como alimento para animales, para consumo humano y para la producción de biodiesel, respectivamente.

Asimismo, los datos que arroja el último informe del mes de marzo del año 2025, de la Cámara de Subproductos Ganaderos de la Bolsa de Comercio de Buenos Aires, Argentina, evidencian que el proceso de reciclado de los desechos producidos por las plantas de faena de vacunos, aviar y porcinos permite transformar un millón cuatrocientas cincuenta mil toneladas de desperdicios por año en proteínas y sebos que son destinados

a distintas industrias para la producción de nuevos productos, lo cual implica también un gran aporte para el cuidado del medio ambiente, al evitar la contaminación que estos productos podrían generar si fueran enterrados o tirados al agua.

Actualmente, el modelo de producción dominante sigue un enfoque lineal, basado en las etapas de tomar, producir y desechar (Schröder et al., 2020). No obstante, a partir de los datos previamente expuestos, se infiere que este sistema resulta insostenible a corto y mediano plazo (Tan y Lamers, 2021), ya que genera residuos y subproductos que no se reintegran al ciclo productivo. En consecuencia, se vuelve fundamental identificar alternativas que permitan su aprovechamiento y valorización, con el fin de optimizar el uso de los recursos y extender al máximo su vida útil (Stegmann et al., 2020).

Para abordar estos desafíos desde una perspectiva del desarrollo sostenible, ha surgido la noción de *bioeconomía circular*, la cual ha cobrado relevancia en los últimos años (Amato, 2023). Si bien no existe una única definición para este concepto, diferentes autores (Kirchner et al., 2017) la describen como un sistema económico que busca reemplazar la concepción de fin de vida de materiales en los procesos de producción, transformación, distribución y consumo por los conceptos de reciclaje, recuperación, reducción y reutilización.

Los beneficios del procesamiento de alimentos en términos de sostenibilidad se reflejan en su capacidad para hacer frente a amenazas como el cambio climático y la reducción del espacio disponible en los vertederos. Entre las principales contribuciones sostenibles de esta actividad se destacan la disminución del desperdicio de alimentos, la recuperación de agua y el desarrollo de alimentos sostenibles para mascotas. En particular, el reciclaje de subproductos animales contribuye significativamente a reducir el impacto ambiental de la ganadería, al permitir la retención de hasta cinco veces más gases de efecto invernadero (GEI) de los que genera (Gooding y Meeker, 2016). Al recuperar restos de carne que de otro modo serían descartados, los recicladores ayudan a disminuir la huella de carbono asociada a la producción alimentaria.

2.1 Industrias de aprovechamiento de subproductos de origen animal

2.1.1 Graserías

Las plantas de faena y desposte de ganado vacuno, es decir, los establecimientos frigoríficos, generan una serie de desperdicios que deben ser tratados de una manera correcta para que no causen daños e impactos al ambiente, o bien, ser reutilizados.

En general, salvo las grandes industrias frigoríficas, el resto, no cuenta con infraestructura necesaria para el procesamiento del material de descarte de sus operaciones, por lo que resulta conveniente enviarlos a una planta de procesamiento/aprovechamiento de subproductos de origen animal, hoy conocidas como industrias de renderizado para que lo realice de manera eficiente y sostenible.

Estos residuos constituyen la materia prima de las graserías. Según el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), se entiende por grasería todo establecimiento o sección de establecimiento industrial que elabore grasas y/o aceites comestibles de origen animal. Estas industrias, se caracterizan por utilizar como materia prima los residuos o restos (subproductos) de las industrias frigoríficas, mayormente sebo de faena y de despostada, huesos de despostada, patas y cabezas, como insumo para la fabricación de productos comestibles o no comestibles como grasas, sebo, aceites, harinas de carne, de huesos o de plumas que pueden ser utilizados para alimentación animal, fabricación de piensos, fertilizantes; también, en la industria cosmética y farmacéutica, o producción de biodiesel.

Estos subproductos tienen un valor económico importante, pero hasta hace varios años solo eran tratados como residuos y por ende descartados sin otorgarle algún tipo de utilidad. Como se ha señalado previamente, el constante mejoramiento de técnicas e implementación de tecnologías y conciencia ambiental han permitido que sea posible el manejo y aprovechamiento adecuado además de disminuir los impactos ambientales y sociales negativos.

2.1.2 Industrias de renderizado

Las denominadas industrias de rendering constituyen una de las formas más antiguas de reciclaje documentadas. Esta práctica, con siglos de existencia, se basa en la reutilización de subproductos de origen animal para la obtención de nuevos productos con valor comercial y funcional (Meeker, 2020). En este sentido, el proceso puede considerarse una forma de reciclaje, ya que transforma materiales considerados residuos en insumos útiles, promoviendo la sostenibilidad ambiental y económica.

El renderizado es un proceso secundario dentro de la industria frigorífica, cuyo objetivo es estabilizar los subproductos generados durante la faena (como huesos, grasas, sangre, entre otros) y convertirlos en productos de valor añadido, tales como sebo y harina de carne. Para que esta práctica sea viable y sostenible, es imprescindible que cumpla con

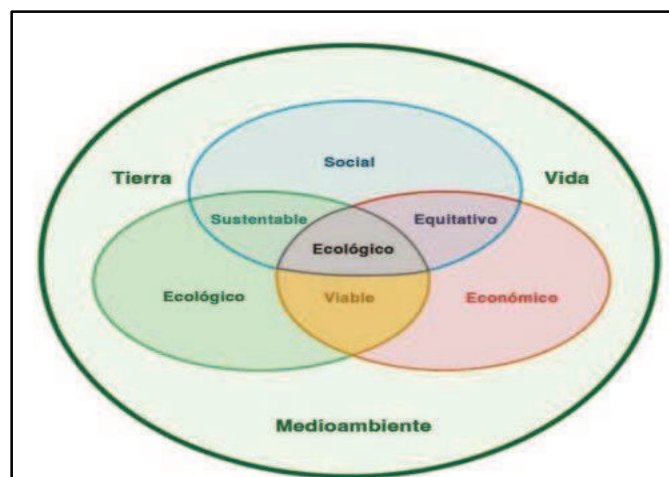
los estándares ambientales vigentes y se adecúe a las características específicas del entorno donde se localiza la planta de procesamiento (Alonso, 2017). Desde el punto de vista técnico, el rendering es un proceso de transformación físico-química que involucra diversas etapas, equipos y tecnologías. En general, incluye la aplicación de calor, la extracción de humedad, la separación de la grasa y la recuperación de proteínas (Meeker y Hamilton, 2009). Estos procedimientos permiten la valorización de los subproductos y reducen significativamente el volumen de residuos destinados a disposición final.

2.1.3 Las industrias de renderizado y su papel en el ambiente

Las industrias de renderizado desempeñan un papel importante en la reducción del desperdicio de alimentos, reciclando valiosos recursos agrícolas de forma sostenible y contribuyendo positivamente a las economías locales, estatales, nacionales e internacionales, a la vez que utilizan de forma sostenible estos recursos (Nara, 2020). Los productos reciclados tienen un impacto medioambiental sustancialmente positivo, ya que evitan que estos acaben en los rellenos sanitarios, basurales a cielo abierto, al redirigirlos a mercados más sostenibles y de mayor valor, como los de alimentos, combustibles y fertilizantes; además, la recuperación y devolución de agua limpia al medio ambiente producto del vertido de aguas residuales tratadas.

El renderizado también representa los tres pilares de la sostenibilidad: medioambiente, económico y social. El concepto de sostenibilidad se ha debatido públicamente desde los años ochenta y sus tres pilares se han presentado como una “visión común” del desarrollo sostenible.

Figura 2.1: Los tres pilares de la sustentabilidad.



Fuente: Nara, 2020

Pilar 1: *Medioambiente*

- El pilar medioambiental del renderizado es muy importante, ya que al recuperar restos de carne que de otro modo se desecharían, los recicladores reducen la huella de la producción alimentaria, ahorran espacio en sitios de disposición final y ayudan a minimizar los impactos ambientales de la ganadería, como el cambio climático, contribuyendo en gran medida a la reducción del desperdicio de alimentos, del consumo de agua y de GEI.
- El reciclaje de subproductos de origen animal recupera y protege el recurso agua que, de otro modo, se desperdiciaría o contaminaría, devolviéndole de forma natural al medio ambiente como agua limpia cumpliendo con todas las disposiciones ambientales.
- La reducción de las emisiones de GEI es vital para el pilar medioambiental. El biocombustible procedente de la grasa animal extraída genera menos GEI cuando se produce y utiliza, en comparación con las emisiones del diésel convencional.
- Una planta media de extracción de grasas captura cinco veces más emisiones de GEI del medio ambiente (como dióxido de carbono y metano) de las que emite (Gooding, 2012) y el reciclaje de subproductos de origen animal también evita al menos el 90% de las emisiones potenciales de GEI en comparación con el compostaje industrial o disposición final.

Pilar 2: *Social*

- Al recuperar y convertir los residuos de una actividad en nuevos productos, el reciclaje de subproductos de origen animal ayuda a los clientes y consumidores a ser más sostenibles, a la vez que proporciona puestos de trabajo estables. Los recicladores y los propietarios de las plantas también invierten de manera considerable en mejoras y esfuerzos de sostenibilidad, además de apoyar a sus comunidades locales tanto financiera como socialmente (Nara, 2020).

Pilar 3: *Económico*

- Se espera que haya cierto solapamiento entre los pilares social y económico, ya que la estabilidad económica de la industria afecta directamente a la estabilidad de las carreras profesionales, lo que conduce a una alta retención del empleo y a la capacidad financiera.

→ Esta industria del reciclaje de subproductos de origen animal es dinámica y está en constante cambio. Siguen surgiendo nuevos enfoques e iniciativas en los ámbitos de medio ambiente, normativa gubernamental, materias primas y condiciones del mercado.

→ Se utilizan grandes cantidades de energía durante el proceso de extracción de grasas, en el proceso de cocción y en la flota de camiones necesarios para transportar la materia prima y el material acabado a la planta o a los clientes, problemas que las empresas de renderizado siguen tratando de resolver encontrando soluciones más eficientes y equipos de reciclaje más económicos.

→ La evolución de las preferencias de los consumidores de alimentos también seguirá cambiando. La reducción de residuos es un factor que muchos consumidores tienen muy en cuenta, al igual que la sostenibilidad. La industria del reciclaje de subproductos de origen animal sigue educando al público sobre las muchas ventajas que tiene para la sostenibilidad.

2.1.4 Productos y usos del rendering. Subproductos de origen animal para su procesamiento

Aproximadamente el 49% del peso vivo del ganado, el 44% del peso vivo de los cerdos, el 37% del de los pollos de engorde y el 57% del de la mayoría de las especies piscícolas son materias que no consume el ser humano. Algunas tendencias modernas, como los productos cárnicos pre empacados listos para servir, aumentan la cantidad de materia prima para el proceso de reciclado. Las materias primas varían, pero una aproximación general del contenido podría definirse en: el 60% de agua, el 20% de proteína y minerales y el 20% de grasa antes del proceso de reciclado (Meeker y Hamilton, 2009). Además, se estima que entre un tercio y la mitad de cada animal destinado a la producción de carne, leche, huevos o fibra no es consumido directamente por el ser humano.

Respecto a las plantas de transformación que funcionan junto con mataderos de animales o plantas de procesamiento de aves de corral se denominan *plantas de renderizado integrado*. Las plantas que recolectan sus materias primas de una variedad de fuentes externas se denominan *plantas de aprovechamiento independientes*. Las plantas independientes pueden obtener materiales de subproductos animales de una variedad de fuentes, incluyendo carnicerías, supermercados, restaurantes, cadenas de comida rápida, procesadores avícolas, mataderos, granjas, ranchos, corrales de engorde. Las plantas de procesamiento comestibles separan el tejido graso de los animales en grasas y proteínas comestibles, normalmente en conjunto con plantas empacadoras de carne. Las plantas de

procesamiento no comestibles son operadas por procesadores independientes o son parte de operaciones integradas de procesamiento. Estas plantas producen sebo y grasa no comestibles, que se utilizan en piensos para ganado y aves de corral, alimentos para mascotas, jabón, productos químicos, tales como ácidos grasos y biocombustibles.

En función de lo expresado hasta aquí, podemos sintetizar que el rendering es un proceso esencial para la valorización de subproductos animales, mediante el cual se obtienen harinas y grasas utilizadas en diversas industrias, principalmente en la alimentación animal, humana, cosmética y en la producción de biocombustibles. Entre los productos generados se destacan la harina de carne y hueso, harina de pescado, harinas premium (como las de plumas y vísceras), así como grasas refinadas, sebo y aceites. Estos insumos aportan un alto valor nutricional y energético, además de contribuir a la sostenibilidad al reducir el desperdicio y aprovechar integralmente los residuos animales.

Por otro lado, en cuanto al procesamiento de los subproductos animales, se identifican distintos métodos —como el *rendering* húmedo, en seco, por lotes y continuo— cuya eficacia está determinada por factores como la calidad y frescura de la materia prima, el tipo de subproducto y las condiciones operativas de la planta. Este proceso, además de mejorar la eficiencia económica, cumple un rol clave en la economía circular, al transformar residuos en recursos valiosos y minimizar el impacto ambiental del sector cárnico y agroindustrial.

2.1.5. Obtención de grasa bovina comestible y harina de carne

La producción de grasas comestibles a partir de subproductos animales es técnicamente posible, pero requiere cumplir estrictamente con las normativas higiénico-sanitarias establecidas por organismos oficiales, como el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), para garantizar que sean aptas para el consumo humano. En este marco, nos enfocaremos en la obtención de grasa bovina comestible y harina de carne que son los principales productos elaborados por la industria analizada.

Para alcanzar un producto de calidad alimentaria, el sebo industrial atraviesa una serie de procesos específicos destinados a refinar sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, adecuándose a los estándares requeridos según su uso final.

Se define al *sebo industrial* como subproducto derivado principalmente de desperdicios de carne y vísceras, mayormente de ganado vacuno. Se caracteriza por una mayor

uniformidad, además de presentar un alto punto de fusión ($>40^{\circ}\text{C}$) y un menor contenido de humedad e impurezas (50%) (Alejandro Plascencia Jorquera, 2006).

Como se puede observar en la figura 2.2, el proceso productivo comienza con la recepción de la materia prima (sebo industrial), productos de la faena y despostada de frigoríficos habilitados.

La producción de grasa comestible y harina de carne consta de varias etapas independientemente del sistema productivo. A continuación, se detallarán cada una de ellas:

→ Según Refinerías del Centro S.A, de Córdoba, Chile y Buenos Aires el proceso productivo que ellos realizan comienza con la *recepción de materias primas*. Tanto la recolección como el tratamiento de las mismas se deben realizar inmediatamente terminada la faena, para evitar la pérdida de calidad proteica como resultado de la intensa actividad microbiana. El transporte de la materia prima se realiza en vehículos dedicados a este fin de forma exclusiva y habilitados por SENASA.

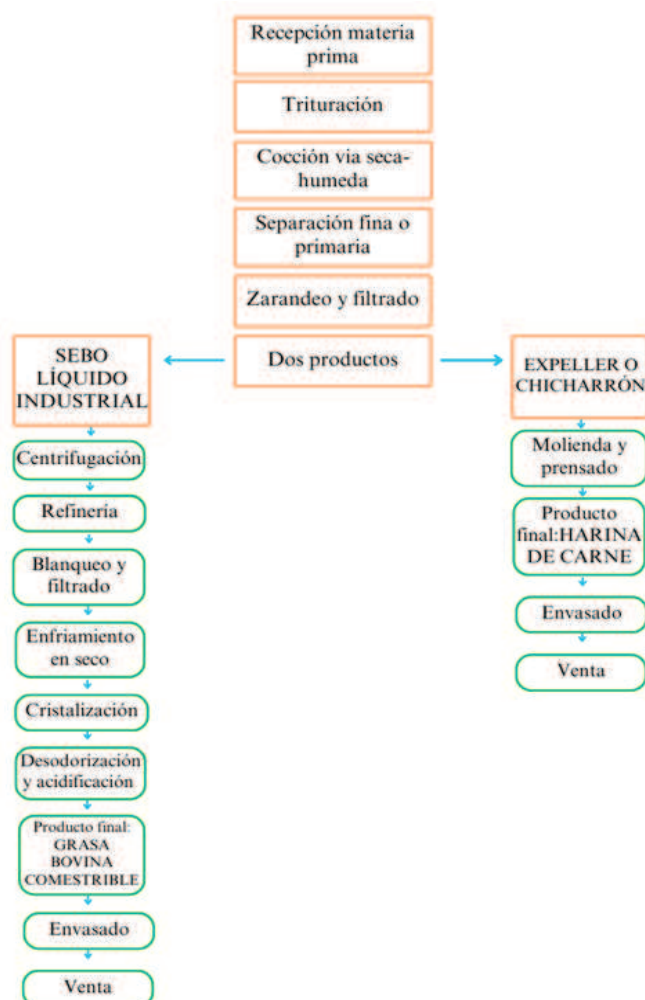
→ La etapa siguiente es la de *trituration*, en la que se reducen los fragmentos de las materias primas a dimensiones que permitan un tratamiento térmico uniforme. Se considera que el tamaño máximo de los fragmentos no debe superar los 50 mm de diámetro.

→ Luego se realiza el *proceso térmico (cocción) de las materias primas* por vía seca, en forma continua. La humedad de la materia prima se elimina totalmente por evaporación, aplicando calor. Las temperaturas elevadas generan la cocción en el interior de los fragmentos de materia prima, en el tiempo de retención que dura el pasaje por el equipo para conseguir la esterilización del material tratado y la fusión de la grasa contenida en el mismo.

→ Seguidamente se debe realizar la *separación fina o primaria de los sólidos* y los líquidos obtenidos al final del proceso de cocción, mediante *zarandeo y filtrado* ya que se obtiene un material sólido impregnado de grasa (expeller o chicharrón) y una parte líquida denominada *sebo líquido industrial*. Se conduce finalmente a la etapa de *centrifugación*. Los líquidos (o sebos) obtenidos en esta separación primaria son bombeados nuevamente a zaranda vibradora para separar otra porción de sólidos. Luego serán enviados a prensas.

- La etapa posterior consiste en el proceso de *refinería* para neutralizar el sebo y obtener la acidez necesaria.
- Luego se realiza el proceso de *blanqueo y filtrado* que consiste en la remoción de todas las impurezas y en la eliminación de las partículas que le otorgan olor y turbidez al sebo, por medio de tierras de blanqueo, que posteriormente serán retenidas mediante filtros y aplicando tratamiento adecuado. Del sebo blanqueado se pueden obtener diferentes tipos de grasas mediante el proceso de fraccionamiento en seco que consiste en el enfriamiento progresivo y controlado de la grasa.
- De esta manera se llega la *cristalización* parcial del sebo, obteniéndose una fase líquida y una sólida. Los diferentes tipos de grasas se determinan según el punto de fusión (temperatura a la cual la grasa se vuelve líquida).
- Estos diferentes tipos de grasas se almacenan en tanques, a la espera del último proceso de refinación llamado *desodorización y desacidificación* para eliminar los componentes que le confieren olor. Aquí se obtiene producto final, al que se le debe controlar la acidez, presencia de peróxidos, impurezas, entre otros. Finalmente, se envían los productos a envasado en diferentes formas según los requerimientos de cada empresa.
- A partir de los sólidos obtenidos en la etapa de separación primaria se puede obtener *harina de carne y hueso*, atravesando un *proceso de molienda y prensado* para eliminar la fracción de grasa que impregna el expeller o chicharrón mencionado anteriormente. Una vez obtenido el producto es envasado y preparado para su venta.

Figura 2.2: Diagrama de flujo de la obtención de harinas y grasas animales según Refinerías del Centro S.A.



Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía

2.2 Análisis de los aspectos ambientales en industrias de aprovechamiento de subproductos de origen animal

Como se ha mencionado, la industria del rendering conlleva aspectos e impactos ambientales positivos como negativos. Por un lado, reduce la cantidad de desechos que terminan en vertederos, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación. Sin embargo, también puede generar contaminación del aire y del agua por vertidos y emisiones atmosféricas, así como ruido y tráfico.

2.2.1 Consumo de energía

El consumo de energía se centra principalmente en la fase de calentamiento de la grasa y en la de separación sólido-líquido o líquido-líquido (cocción). El renderizado requiere mucha energía para separar el agua de la materia prima. Esencialmente, la temperatura debe ser lo suficientemente elevada para romper la estructura molecular del material. La energía requerida se basa en las propiedades físicas de la materia prima. Materiales diversos tienen diferentes capacidades caloríficas específicas. Naturalmente, el material con una capacidad calorífica específica más alta requiere más energía para aumentar la temperatura. El consumo de energía también depende del tipo de sistema de renderizado utilizado. El renderizado húmedo a baja temperatura requiere la menor cantidad de energía, y se utiliza a menudo en las plantas modernas de procesamiento húmedo. La renderización en seco requiere más energía, pero también es una mejor oportunidad para que la absorción de un enfriador sea factible.

La realización de una comparación rigurosa entre los datos de consumo y emisiones presenta dificultades cuando no se dispone de información completa sobre el proceso, dado que las técnicas de aprovechamiento varían sustancialmente según se empleen métodos de procesamiento en seco o en húmedo. También dependen, por ejemplo, de si la esterilización se realiza como una etapa separada o se incorpora al proceso de cocción/secado o de si se utilizan prensas o centrifugas o una combinación de ambas para separar la harina de sebo y el agua residual. La cocción y secado consume alrededor de dos tercios de la demanda de energía de una planta de aprovechamiento.

De acuerdo a los datos arrojados en las Mejores Técnicas Disponibles para la Industria de Aprovechamiento de Subproductos de Origen animal, del Instituto Tecnológico Agroalimentario (2017) se estima un consumo de electricidad que varía entre 65-72 kW por tonelada de materia prima. Y, considerando los datos aportados por la planta, el consumo es de 22.886 kW/mes para 12.000 toneladas mensuales de materia prima, por lo que se puede inferir, que se consume aproximadamente 63kwh por tonelada de materia prima procesada, lo cual es consistente con la bibliografía mencionada.

En este cálculo estimado se excluye, la energía utilizada para la reducción de olores en caso de tenerlo y el tratamiento de aguas residuales (aproximadamente 20 kWh adicionales).

2.2.2 Consumo de agua

El consumo de agua de procesos de renderizado, según datos de procesos en general, se podría estimar en torno a 500 - 1000 l/t de materias primas. El consumo se divide de la siguiente manera: condensadores consumen 200 - 500 l/t; calderas 150 - 200 l/t y limpieza 200 - 300 l/t.

Por cada tonelada de materia prima utilizada se producen entre 1000 y 1500 litros de aguas residuales, incluidos aproximadamente 600 litros en forma de condensado, es decir, agua evaporada de las materias primas. Las aguas residuales comprenden lo siguiente: aguas residuales de producción; agua del lavado de vehículos y de almacenamiento de materias primas; la fracción de agua de la separación mecánica de sangre; vapor condensado de la esterilización y el secado y de las técnicas de eliminación, como la filtración de agua de un biofiltro. La composición varía mucho según el proceso y la frescura de la materia prima. En promedio, una tonelada de materia prima se ha reportado que produce 5 kg de DQO, 600 g de nitrógeno y 1,65 kg de sólidos, antes del tratamiento de aguas residuales.

2.2.3 Vertidos líquidos

Proviene del agua de formación de la materia prima utilizada, siempre y cuando el vapor de agua para el calentamiento no se mezcle con la materia prima. Los vertidos de agua se producen en las siguientes fases: condensados de evaporación del agua de la materia prima que tienen elevados niveles de DBO, y alta biodegradabilidad y del agua producida en la separación de la emulsión grasa-agua y aguas de limpieza de las instalaciones. Estos vertidos tienen altas concentraciones en aceites, grasas y sólidos en suspensión, y elevada carga orgánica, que varían en función de la operación básica y alternativa tecnológica empleada.

2.2.4 Olores

Gran parte del material a procesar es de naturaleza húmeda. La descomposición comienza tan pronto como el animal es sacrificado, por lo que desde el momento de la muerte hasta el comienzo del renderizado la temperatura en particular afecta la tasa de descomposición. Demoras indebidas antes de entregar junto con un control de temperatura inadecuado,

tienen un efecto directo en el estado de descomposición y de la consiguiente gravedad de los olores.

La descomposición biológica y/o térmica de las materias primas conduce a la formación de sustancias con olores intensos, tales como amoníaco y aminas; compuestos de azufre, como el sulfuro de hidrógeno, mercaptanos y otros sulfuros; ácidos grasos de bajo punto de ebullición saturados e insaturados; aldehídos; cetonas y otros compuestos orgánicos.

Las emisiones malolientes surgen de las emisiones gaseosas. Estas incluyen alta concentración de gases y vapores del proceso de la operación de cocción y conductos asociados que transfieren los gases a la planta de eliminación de olores. Las emisiones de olores también surgen de las descargas de las cocinas, prensas y/o centrífugas que reciben material reciclado en caliente para separación y separado en materiales calientes en camino al almacenamiento. Otras fuentes incluyen el desplazamiento del aire maloliente de los tanques de almacenamiento de sebo; la limpieza de equipos de proceso; emisiones fugitivas del proceso edificios y la operación de una planta de detección de olores más allá de su especificación de diseño. Ellos también surgen de efluentes líquidos, incluyendo los siguientes: líquido acumulado en la base de las tolvas de contención de transporte de materia prima y almacenamiento en sitio; derrames de material y piso lavados; condensado más frío; los subproductos de las técnicas de reducción y tratamiento/tanques de retención de efluentes. El almacenamiento y manejo de harinas y sebos animales también pueden causar mal olor.

2.2.5 Ruidos y vibraciones

Las plantas suelen construirse en áreas industriales, en las afueras de las ciudades, a por lo menos 1 km de las zonas residenciales. Los niveles de ruido dependen tanto de la distancia, ubicación de la planta y normativa específica del área. En instalaciones existentes cerca de áreas residenciales pueden ocurrir emisiones de ruido significativas. Algunas fuentes de problemas de ruido reportadas son los ventiladores inducidos, las torres de lavado, los equipos de filtración y los transportadores, pero todo depende del tipo de instalación, dimensiones, ubicación, escala y tipo de producción.

2.2.6 Residuos sólidos

La fracción de residuos sólidos generados en el proceso productivo, se aprovechan en su mayoría para la fabricación de harinas o fertilizantes, y la fracción no recuperable (de la

limpieza de piso y equipos) sigue su curso hacia la planta de tratamiento de efluentes líquidos.

En la siguiente tabla aparecen valorados los efectos ambientales producidos en cada una de las operaciones del proceso, clasificados en 1° y 2° orden (1° orden, menos impacto; 2° orden, mayor impacto), lo que nos permite identificar las operaciones más importantes desde el punto de vista ambiental (AINIA).

Tabla 2.1: Efectos ambientales valorados según etapa de proceso

OPERACIONES BÁSICAS	EFFECTO	ORDEN
Recepción y almacenamiento	-Olores producidos por el acopio de materia prima	2°
Picado	-Ruidos -Olores	N.S 2°
Cocción mas prensado	-Olores -Vertidos como resultado de los condensados y vaporfluyente. -Ruidos -Consumo de energía térmica elevada por el uso de las calderas y secadoras. - Consumo de energía eléctrica elevada por el uso de las centrifugas.	1° 1° N.S 1° 1°
Molturación	-Consumo elevado de energía eléctrica. -Olores. -Ruidos.	2° N.S 2°
Almacenamiento	-Olores	NS
Limpieza de equipos e instalaciones	-Vertido de aguas residuales (con concentraciones que pueden ser importantes en grasas, sólidos en suspensión, detergentes). -Consumo de agua.	1° 2°

Fuente: AINIA

2.3 Clasificación general de los efluentes según el tipo de industrias

Según el Reglamento para el Control del Vertimiento de Líquidos Residuales en la Provincia de Santa Fe -resolución 1089/82- los *líquidos residuales* refieren a los líquidos provenientes del proceso que se realiza en el establecimiento, en las condiciones en que se encuentren antes de ser sometidos al tratamiento de corrección.

Los líquidos residuales, derivan directamente de la fabricación de productos y de los

productos que se emplean en el proceso, pero a esto se le deben sumar las aguas residuales de proceso originadas en la utilización del agua como medio de transporte, de lavado, refrigeración directa o indirecta (agua con temperatura), contaminadas con los productos de fabricación o con los líquidos residuales. Su concentración por agentes contaminantes es diez veces inferior a la de los líquidos residuales, pero su volumen puede llegar a ser 10-50 veces mayor (Llorens Pascual, 2016).

También forman parte de los efluentes líquidos industriales, las aguas provenientes de todas las actividades que no forman parte del proceso, pero que son indispensables para el mismo, llamadas actividades auxiliares.

Si bien, son un producto no deseado para la industria, la evolución de la gestión de efluentes logró incorporar el concepto de prevención, de desarrollo sostenible, en el que producir eficientemente genera ahorros y genera mejor uso de los recursos. De esta manera, se busca la forma de generar menos efluentes y no destinar mayores recursos al tratamiento de los mismos una vez generados.

Las características y naturaleza del agua residual son fundamentales para poder determinar el tipo de tratamiento, su manejo y/o disposición final.

Portillo (2014) propone cuatro tipos de industrias según la naturaleza de sus efluentes, ellas son:

- Industrias con efluentes minerales o especiales: metalúrgica y siderúrgica, minería, determinados procesos de la industria petroquímica y también los procesos galvanoplásticos.
- Industrias con efluentes con materiales en suspensión: como por ejemplo la industria de pinturas, generan grandes volúmenes de aguas residuales.
- Industrias con efluentes inorgánicos: como la industria del cemento.
- Industrias con efluentes orgánicos: industria farmacéutica y alimentaria, etc.

En esta última categoría, se encuadra la industria de aprovechamiento de subproductos de origen animal o de renderizado. La industria alimentaria genera efluentes líquidos con un contenido extremadamente alto de materia orgánica soluble.

En la mayoría de los casos, los residuos procedentes de los centros de producción alimentaria pueden someterse a tratamiento biológico. De esta manera, los efluentes

líquidos deben ser sometidos a tratamientos que garanticen la eliminación o recuperación del compuesto orgánico en el grado requerido por la legislación que regula dichos vertidos para garantizar el cuidado del ambiente (Rodríguez A, 2006).

La importancia de las aguas residuales varía considerablemente en función del tipo de fábrica, los procesos específicos aplicados y las características de las materias primas. La aplicación de un método u otro depende fundamentalmente de la concentración del contaminante y del caudal del efluente, por lo tanto, conociendo las características y la naturaleza de las aguas residuales se puede determinar el tratamiento indicado.

Lo más recomendable en este tipo de industrias con efluentes orgánicos, como lo es la industria de aprovechamiento de subproductos de origen animal es diseñar un sistema de tratamiento que considere un pretratamiento (rejas y trampas de grasas), un tratamiento primario (físico o físico-químico), un tratamiento secundario (biológico) y, por último, un tratamiento terciario (Escuela Organización Industrial, 2008).

Sin embargo, la solución que cada planta adopte, podrá sufrir variaciones en función de las cargas contaminantes, concentración, disponibilidad de espacio, exigencias de vertido.

2.3.1 Características generales de los líquidos residuales

La caracterización de los líquidos residuales es una tarea muy importante, ya que, a partir de los resultados de la misma, podemos diseñar los tratamientos necesarios para su gestión. Cabe aclarar que también esta caracterización nos sirve para verificar si los efluentes se encuentran dentro de las normas de vuelco. Los efluentes contienen una gran variedad de componentes en función de la actividad que los genere, pero podemos indicar parámetros que debemos determinar para los mismos:

A continuación, se presentan algunos de los parámetros físicos, químicos y biológicos que se deben tener en cuenta.

2.3.1.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno necesaria para que se produzca la oxidación bioquímica de la materia orgánica contenida en un líquido. Determina la rapidez con que la materia orgánica consume oxígeno por la descomposición bacteriana.

Esta oxidación es llevada a cabo por microorganismos presentes en el mismo a través de procesos metabólicos como la respiración. La determinación de este parámetro permite

estimar los efectos de las descargas de efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores, porque permite estimar la cantidad de oxígeno disuelto que deberá aportar el cuerpo receptor para depurar el vuelco.

Se determina con la relación en la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica en un período de incubación generalmente de 5 días a 20° C (Metcalf y Eddy, 1996).

La DBO5 es el parámetro universalmente adoptado para determinar los niveles de contaminación orgánica biodegradable de un cuerpo de agua y de los efluentes que allí se vuelcan. Por esta razón, las normativas vigentes exigen su determinación. La DBO5 permite evaluar el rendimiento de la planta de tratamiento y es uno de los principales parámetros que se contemplan para diseñar y calcular las dimensiones de plantas nuevas.

2.3.1.2 Demanda química de oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar los compuestos de una muestra con un oxidante fuerte. Incluye también los compuestos orgánicos no biodegradables y algunos compuestos inorgánicos.

Se obtiene por medio de la oxidación del agua residual en una solución ácida de permanganato o dicromato de potasio (Cr^{2+} O^{7-} K^2). Este proceso oxida casi todos los procesos orgánicos en gas carbónico y agua. La ventaja es que las mediciones de DQO se obtienen rápidamente, pero tienen la desventaja que no dan información de la proporción del agua residual que puede ser oxidada por las bacterias (Rolim, 2000).

2.3.1.3 Sulfuros

Se produce por la reducción biológica de sulfatos y la descomposición de material orgánico. Los sulfuros son compuestos que contienen azufre, comúnmente encontrados en forma de sulfuro de hidrógeno (H_2S) en las aguas residuales. Este gas se genera cuando las bacterias anaeróbicas descomponen la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Como resultado, el H_2S es altamente tóxico y corrosivo.

2.3.1.4 Temperatura

El agua residual con alta temperatura que se vuelca a un curso receptor, puede aumentar la temperatura del entorno e incidir en la solubilidad del oxígeno disuelto en él, a mayor

temperatura disminuye la solubilidad del oxígeno, influye también en las velocidades de reacciones químicas, en la vida de la flora y la fauna acuática, en los usos del agua.

2.3.1.5 Oxígeno Disuelto

Es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, sin embargo, es sólo ligeramente soluble en agua. La cantidad real de oxígeno y de otros gases presentes en solución están condicionada según la solubilidad del gas, temperatura, pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión). Un alto nivel de oxígeno disuelto aumenta la velocidad de corrosión en las tuberías (Metcalf y Eddy, 1996).

2.3.1.6 Sólidos Totales

Es una de las características físicas más importantes del agua residual que entorna la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta (Metcalf y Eddy, 1996).

2.3.1.7 Sólidos Suspendidos Totales

Es la fracción de sólidos totales retenidos sobre un filtro con un tamaño de poro específico, medido después que ha sido secado a una temperatura específica (103 a 105°C). El filtro más usado para su determinación es el filtro de Whatman de la fibra de vidrio (Tchobanoglous, 1995).

2.3.1.8 Sólidos Disueltos y Coloidales

Se componen de moléculas orgánicas e inorgánicas e iones que se encuentran presentes en disolución verdadera en el agua. La fracción coloidal no puede eliminarse por sedimentación. Por lo general, se requiere una coagulación u oxidación biológica seguida de sedimentación para eliminar estas partículas de la suspensión (CESSCO, 2005). Sólidos que pasan a través de un filtro y luego son evaporados y secados a una temperatura específica. La medida de sólidos disueltos totales comprende coloides y sólidos disueltos (Tchobanoglous, 1995).

2.3.1.9 Potencial de hidrógeno

El pH es un parámetro que relaciona la concentración de protones en solución con el grado de acidez o alcalinidad de una muestra. Se expresa según la siguiente ecuación: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. La escala de los valores de pH varía de 0 a 14. Valores de pH inferiores a 7

indican acidez; superiores a 7, alcalinidad; y un $\text{pH}=7$ es neutro. Es un parámetro de calidad de gran importancia en aguas naturales como residuales. El agua residual con concentraciones inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos (Metcalf y Eddy, 1996).

2.4 Análisis de los líquidos residuales

Las características de los líquidos residuales dependen también de otros factores como ser: tipo de proceso, técnicas o tecnologías empleadas y materias primas. Esto implica que la descripción anterior hace referencia simplemente a los parámetros generales que se pueden encontrar en la mayoría de los efluentes.

Una vez conocidos estos valores y proporciones, además de indicar el tratamiento o la gestión que mejor se adapte al tipo de efluentes, también podemos determinar en un efluente de origen desconocido, la posible fuente del mismo. Esto es importante, ya que permite identificar probables fuentes de contaminación de aguas receptoras. Con respecto a este tema, resulta pertinente señalar que los líquidos residuales son inestables en el transcurso del tiempo. Sus complejos componentes químicos tanto orgánicos como inorgánicos son afectados por el accionar de las bacterias en busca de alimento y se opera una descomposición en complejos más simples, con abundante desprendimiento de gases.

El proceso de descomposición es favorecido por los medios alcalinos y por temperaturas templadas y es retardado por los medios ácidos y temperaturas bajas. Cabe aclarar que la inestabilidad es directamente proporcional a la concentración de los efluentes, ya que, al aumentar la dilución por el agregado de agua, se disminuye la actividad bacteriana, pues le es más difícil encontrar sustancias que la alimenten.

Para poder determinar de manera concreta las características o parámetros de los líquidos residuales, se deben realizar los análisis correspondientes, teniendo en cuenta los parámetros mencionados anteriormente y organizados en el plan o programa de muestreo. Las determinaciones de estos parámetros sobre los efluentes permiten calcular la carga que ingresa a una planta de tratamiento y tomar decisiones sobre el resto del proceso, como los niveles de aireación y la recirculación. Los análisis sobre la salida de la sedimentación primaria son fundamentales para medir el rendimiento de la etapa de

sedimentación y, sobre todo, para calcular la carga, es decir, la cantidad de sustrato, que recibirá el tratamiento posterior.

Finalmente, las determinaciones de los parámetros sobre los efluentes permiten calcular el rendimiento de todo el proceso y verificar el cumplimiento de los límites de vuelco.

2.4.1 Principios básicos y características del muestreo para análisis de efluentes

Dentro de este enfoque, resulta importante resaltar la necesidad de realizar los análisis del efluente a los fines de obtener su composición, lo cual requiere tratar los principios básicos de la toma de muestras o muestreo de los efluentes, para poder realizar la determinación con la necesaria rigurosidad.

Las muestras se obtienen manualmente o bien con equipos muestreadores que funcionan con bombas que succionan el líquido mediante un captor a intervalos regulares, de forma automática, y lo disponen en recipientes para su posterior análisis.

2.4.1.1 Lugares de muestreo

Resulta de suma importancia la elección del lugar o lugares de extracción de las muestras de manera tal que las mismas sean representativas del efluente que deseamos estudiar. En general debemos seleccionar un punto en donde se produzca la menor separación posible de los sólidos en suspensión que contenga el efluente.

Para ello suelen elegirse puntos debajo de vertederos, aforadores de caudal, etc. Si ellos no existieran, se buscará el punto en donde se produzca la menor sedimentación posible, generalmente a la salida más cercana al generador del efluente.

2.4.1.2 Duración del muestreo

Para determinar la duración de la extracción de muestras debemos tener en cuenta la complejidad del proceso industrial o comercial. Cuando las variaciones de caudal, concentración o composición del mismo, sean muy altas, para poder tener resultados confiables, es necesario extender la extracción de muestras a por lo menos dos semanas, mientras que en otros casos puede ser suficiente una semana. Se deberá considerar también la existencia de procesos o cambios de procesos estacionales, por lo que la duración de la extracción de muestras puede ser aún más extensa a los fines de incorporar dichos procesos.

2.4.1.3 Tipo de muestras

Se debe contemplar que las muestras siempre representan la composición del efluente en el momento que se toman. Si se desea realizar un control más preciso, se deberá establecer un plan de monitoreo extendido en el tiempo.

En general las muestras son de tres tipos, a saber:

- *Puntuales*: La representatividad de una muestra puntual es de valor muy limitado, pero puede ser usada en el seguimiento de las características rápidamente cambiantes del efluente. Las series de muestras puntuales son útiles para apreciar las variaciones de parámetros tales como pH, gases disueltos, etc. Las muestras puntuales analizadas in situ son esenciales para las determinaciones de oxígeno disuelto, temperatura, demanda de cloro y cloro residual. Asimismo, las concentraciones debidas a descargas intermitentes de tanques o piletas, pueden determinarse usando muestras puntuales.
- *Compuestos*: Estas muestras indican las condiciones medias y dan resultados que son útiles para estimar las cantidades de materiales descargados a lo largo de un periodo prolongado, como, por ejemplo, 24 horas o por turnos de trabajo. Si el caudal del efluente es constante, la muestra compuesta está formada por un número adecuado de porciones uniformes recogidas frecuentemente a intervalos regulares. En cambio, si el caudal varía, como ocurre en general, en los efluentes industriales, es aconsejable tomar una muestra compuesta compensada.
- *Compuesta compensada*: Esta muestra es similar a la anterior, pero en este caso el volumen de la muestra será proporcional al caudal del efluente que circula en el momento de la extracción. Si las muestras son extraídas y compensadas en forma manual, es necesario determinar de forma instantánea el caudal para el momento de la extracción de la muestra. Si el caudal varía rápidamente las muestras deberán ser tomadas con mayor frecuencia. Cuanto más corto sea el intervalo de muestreo, más representativa será la muestra. En general los intervalos varían entre 10 y 30 minutos, siendo el tiempo de 15 minutos un buen intervalo.

2.5 Gestión de efluentes líquidos de las industrias

2.5.1 El cambio de enfoque: nuevos paradigmas. De una economía lineal a una economía circular

Actualmente, se busca un enfoque más integral al momento de pensar en la gestión de los efluentes líquidos, buscando minimizar la contaminación o generación de los mismos en la fuente a través de mejoras en los procesos de producción, reutilización de los efluentes, mejores técnicas disponibles, priorizando siempre, la minimización del uso de recursos, y la eficiencia en el uso del agua y otros insumos.

El tratamiento de los efluentes se enfocó a lo largo del tiempo en “aplicar un sistema u método de tratamiento sin considerar la gestión integral de los mismos.

En resumen, la gestión de efluentes industriales ha evolucionado desde un enfoque de tratamiento final a un enfoque más integral y sostenible, impulsado por la creciente conciencia ambiental, la regulación estatal y la presión pública. Esta evolución ha llevado a la implementación de mejoras en los procesos productivos, la utilización de tecnologías de tratamiento más eficientes y la búsqueda de alternativas más sostenibles.

2.5.1.1 Tipos de tratamiento

El tratamiento y gestión de aguas residuales se compone de una serie de sistemas que buscan la remoción de contaminantes del agua, en el caso particular de las industrias alimenticias, la remoción de materia orgánica.

El sistema de tratamiento está compuesto, entonces, por diversos niveles como son el pretratamiento y tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario. Muñoz (2005) detalla al respecto que “los requerimientos de tratamiento para un agua residual específica, puede determinarse mediante la comparación entre la carga de residuos permitida y la contaminación de las aguas residuales municipales y de ciertos tipos de industrias”.

Como se mencionó anteriormente, para efluentes generados por industrias alimenticias dedicadas al aprovechamiento de subproductos de origen animal, Krystell Marcela Triana Barrera (2019) recomienda la implementación del siguiente sistema de tratamiento.

2.5.1.2 Pre tratamiento

Son tratamientos físicos. Consisten en la retención de partículas de gran tamaño que obstaculizan el tratamiento del agua y reducen los sólidos en suspensión. Puede incluir la homogeneización del flujo de agua, lo que asegura una carga constante a la planta de tratamiento.

En el caso de las aguas residuales en la industria alimentaria “se utilizan generalmente rejillas y cribas actuando como filtros de restos de carne, huesos, las descarnaduras de pieles y cueros y otros sólidos gruesos de las aguas de desecho” (Muñoz, 2005: 7).

2.5.1.3 Tratamiento primario

El Sistema de tratamiento primario se caracteriza por procesos físicos y químicos, el principal objetivo de este proceso es la remoción de sólidos en suspensión y sedimentables, materiales fluctuantes y parte de materia orgánica en suspensión.

Muñoz (2005) señala que el tratamiento primario de efluentes incluye procedimientos de ordenación y limpieza, seguidos del tamizado, con el objetivo de eliminar sólidos pesados y sedimentables.

Este tratamiento permite la remoción de sólidos en suspensión mediante procesos de sedimentación, en los que los materiales se depositan en el fondo de un tanque. Además, contribuye a la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

El tratamiento primario físico químico consta de dos etapas que son la floculación y la coagulación química de oxígeno (DQO), y puede incorporar la neutralización de olores y la adición de productos químicos para estabilizar el pH.

Los tratamientos fisicoquímicos insisten en un pre tratamiento de las aguas residuales por medio de la floculación y la coagulación utilizando agentes coagulantes y agentes de

Los tratamientos principales más usados son: cribado, desarenado, remoción de las grasas y homogeneización.

2.5.1.3.1 Desarenador

Los desarenadores hacen parte de la segunda fase del pre tratamiento y previenen la abrasión de equipos mecánicos, evitan la acumulación de materiales en tanques y reactores debajo del agua y evitan la sedimentación de arenas en tuberías y canales (Fuquene, 2011)

2.5.1.3.2 Remoción de las grasas

Se refiere a la separación de grasas y aceites, liberando partículas y dejando pasar agua clarificada por deflectores de salida o alcantarillas.

2.5.1.3.3 Homogeneización

Consiste en homogeneizar las concentraciones de contaminantes con caudales variables de tratamiento para la regulación y/o disminución de estos, produciendo mayor efectividad en el tratamiento de aguas. En las industrias es necesario la homogeneización, ya que las aguas residuales son más fáciles de tratar debido a los vertimientos puntuales, el tratamiento de manera separada es más complicado. La homogeneización se trata a través de tanques.

Se detallan a continuación los tratamientos primarios *físicos* y *físico-químicos*.

2.5.1.3.4 Flotación

Es un proceso de separación que remueve grasas, sólidos suspendidos y aceites; la separación se emplea introduciendo burbujas de gas en la fase líquida. La flotación además de eliminar la materia suspendida, funciona para la concentración de lodos biológicos.

2.5.1.3.5 Coagulación

Consiste en que las materias en suspensión y coloidales en el agua produzcan coágulos a través de cambios de polaridad

2.5.1.3.6 Sedimentación

Se refiere a una separación sólido fluido, donde las partículas sólidas de una suspensión más densas que un fluido se separan por acción de gravedad. Los tres tipos de sedimentación son: sedimentación discreta, sedimentación floculenta y sedimentación zonal (Fuquene, 2011).

2.5.1.4 Tratamiento secundario

Se focaliza en procesos biológicos que degradan activamente el contenido biológico que se presenta en las aguas residuales. La finalidad de este tratamiento consiste en la eliminación de impurezas de menor tamaño, reduciendo los parámetros de DBO5 y DQO.

Se realizan a través de microorganismos (bacterias, protozoos, y metazoos) que toman la materia orgánica, transformándola en nuevas células biodegradables e indican un buen nivel de tratamiento en el agua. Para Patiño et al (2014) el tratamiento secundario tiene tres objetivos primordiales: reducir el contenido en materia orgánica de las aguas, reducir su contenido en nutrientes y eliminar los patógenos y parásitos.

2.5.1.4.1 Procesos Aerobios

Se utilizan microorganismos aerobios que, en presencia de oxígeno en las aguas, promueve los procesos de nitrificación (oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrato, los microorganismos convierten el amonio contenido en nitratos) y la desnitrificación (los microorganismos reducen el nitrato a nitrógeno natural).

2.5.1.4.2 Procesos anaerobios

Convierten la materia orgánica en ausencia de oxígeno en compuestos de metano y dióxido de carbono con ayuda de bacterias que se encargan de la degradación de sólidos.

2.5.1.4. 3 Lodos activados

Son un tratamiento biológico suspendido y contiene microorganismos, en su mayoría aerobios, entre sus funciones se encuentran: purificación del agua, estabilización de materia orgánica, regulación de pH y temperatura, reducción de nitrógeno y fósforo.

2.5.1.5 Tratamiento terciario

En esta etapa final se realizan procesos para aumentar los niveles requeridos de calidad del agua. Estos tratamientos, remueven contaminantes específicos, usualmente tóxicos, compuestos no biodegradables o permiten la remoción complementaria de contaminantes no suficientemente removidos en el tratamiento secundario, (Rodríguez, 2015). Tienen la finalidad de eliminar agentes patógenos, garantizando el mejoramiento en el agua. Los procesos más usuales en esta fase son: Ionización y cloración.

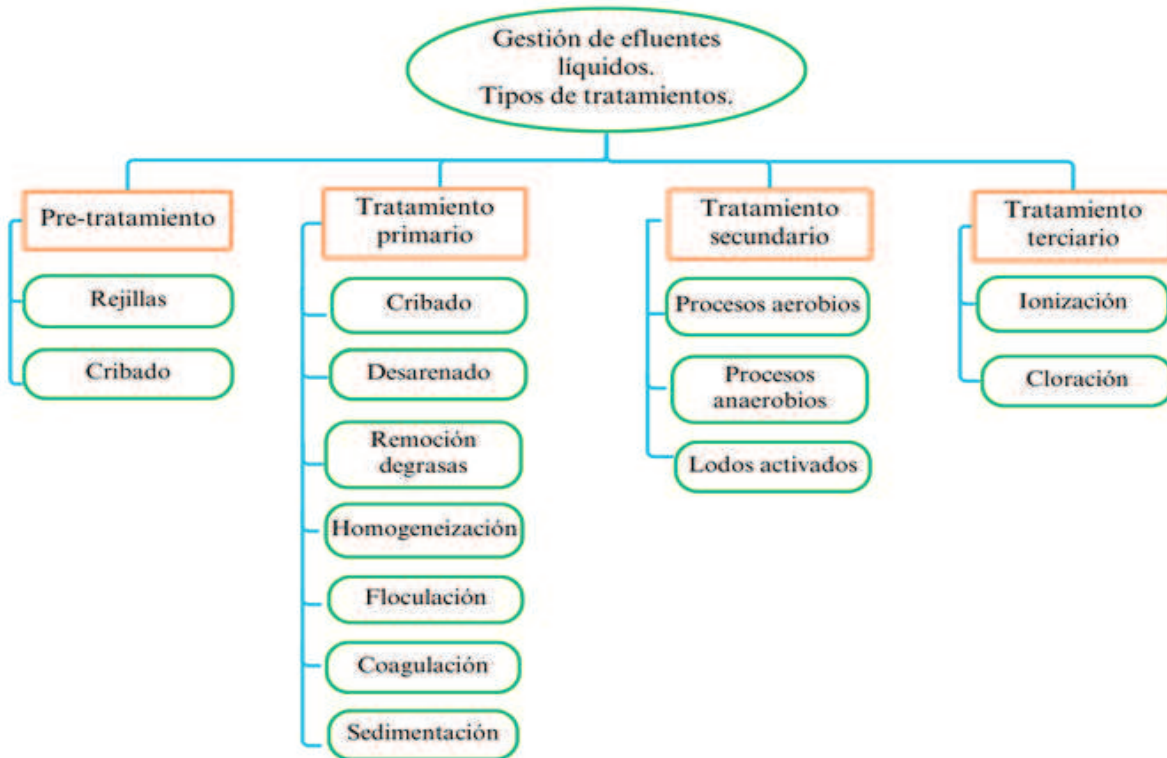
2.5.1.5.1 Ionización

Encargado de purificar el agua. Es un proceso que implica la modificación de la composición química del agua o de otros líquidos mediante la adición de iones, tanto positivos (cationes) como negativos (aniones). Se utiliza para mejorar ciertas propiedades del líquido, como el pH, la capacidad antioxidante, o para eliminar contaminantes, puede ser de manera química o física.

2.5.1.5.2 Cloración

Es el proceso final para eliminar microorganismos, para producir la oxidación de sustancias inorgánicas, compuestos de amonio, y desinfectar el agua por medio de productos clorados.

Figura 2.3: Esquema resumen de tratamiento de efluentes líquidos



Fuente: Elaboración propia

Capítulo III

3. Marco legal

En este capítulo se aborda la normativa ambiental vigente en los ámbitos nacional, provincial y municipal, en relación con las características específicas del proyecto a desarrollar. Se han tenido en cuenta los marcos legales aplicables, así como los requerimientos y lineamientos establecidos por las autoridades competentes en materia ambiental para asegurar el cumplimiento de las disposiciones correspondientes durante todas las etapas del proyecto.

3.1 Legislación Nacional

Constitución Nacional

La reforma constitucional de 1994 introdujo en forma expresa la temática de la protección del ambiente en la Constitución Nacional. En su Art. N° 41 reconoce como derecho de los habitantes el gozar de un ambiente sano y, como deber de los mismos, el preservarlo. Asimismo, establece que el daño ambiental genera prioritariamente la obligación de recomponerlo, incorporando en el mismo artículo el concepto de Presupuestos Mínimos de Protección. Su incorporación estableció un modelo funcional de distribución de competencias entre la Nación y las Provincias atento a preservar el sentido del federalismo como valor político y jurídico. Según este artículo, corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección del ambiente, y a las Provincias, las normas necesarias para complementarlas.

Las leyes de presupuestos mínimos formuladas por la Nación rigen en todo el territorio y, conforme el principio de congruencia, la legislación provincial y municipal en la materia deberá adecuarse a dicho umbral o piso mínimo de presupuestos mínimos. Los presupuestos mínimos prevalecen ante cualquier norma provincial, municipal y/o resolución de cualquier órgano administrativo que se oponga a sus principios y disposiciones.

Asimismo, el Art. N° 124 se reconoce el dominio originario de las Provincias sobre los recursos naturales existentes dentro de su territorio. Este dominio originario otorga a las Provincias el poder de policía y jurisdicción sobre los mismos, entendiendo por tal la facultad de regular y controlar el uso que se hace de ellos.

Ley N° 25.675 y Decreto Reglamentario N° 2.413/02: General del Ambiente

La Ley General del Ambiente (LGA) es la principal norma de presupuestos mínimos. A través de la misma se pretende lograr una gestión sustentable y adecuada del ambiente, preservar y proteger la diversidad biológica, e implementar el desarrollo sustentable. Esta norma establece un estándar de calidad ambiental que debe ser respetado por la legislación local (provincial y municipal) y cumplido por cualquier proyecto que se desarrolle en territorio nacional. Asimismo, toda norma propia del marco regulatorio de una actividad o un sector debe adecuarse a estos presupuestos.

Ley N° 25.688 y Decreto N° 2.707/02: Régimen de Gestión Ambiental de Aguas

La Ley establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Entendiéndose por agua, aquella que forma parte del conjunto de los cursos y cuerpos de aguas naturales o artificiales, superficiales y subterráneas, así como a las contenidas en los acuíferos, ríos subterráneos y las atmosféricas.

En su Art. N° 6 determina que para hacer uso de las aguas (y se incluye dentro del uso el vertido de sustancias perjudiciales) se deberá contar con un permiso emitido por la autoridad competente. Asimismo, establece que la autoridad nacional de aplicación deberá determinar los límites máximos de contaminación aceptables para las aguas de acuerdo a los distintos usos y fijar los parámetros y estándares ambientales de calidad de las aguas.

Ley N° 24.051 y Decreto Reglamentario N° 1844/02 Residuos Peligrosos

A nivel nacional existe un marco regulatorio efectivamente vigente para los residuos peligrosos. Será considerado peligroso a los efectos de esta Ley todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Quedan excluidos de los alcances de esta Ley los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se registrarán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

Según esta norma, la autoridad de aplicación llevará y mantendrá actualizado un Registro de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos, en el que deberán inscribirse las personas físicas y jurídicas responsables de la generación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Los generadores y operadores de residuos

peligrosos deberán cumplimentar, para su inscripción en el Registro los requisitos indicados en esta normativa. Cumplido los requisitos exigibles la autoridad de aplicación otorgará el certificado ambiental renovable, instrumento que acredita en forma exclusiva, la aprobación del sistema de manipulación, transporte, tratamiento o disposición final que los inscriptos aplicarán a los residuos peligrosos.

Ley N° 25.916 y Decreto Reglamentario N° 1.158/04: Gestión Integral de Residuos Domiciliarios

Se establecen en dicha Ley los principios mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas, en todo el país.

Serán autoridades competentes de la presente ley los organismos que determinen cada una de las jurisdicciones locales. Las autoridades competentes serán responsables de la gestión integral de los residuos domiciliarios producidos en su jurisdicción, y deberán establecer las normas complementarias necesarias para el cumplimiento efectivo de la presente ley. Asimismo, establecerán sistemas de gestión de residuos adaptados a las características y particularidades de su jurisdicción, los que deberán prevenir y minimizar los posibles impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población.

Ley N° 19.587. Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo. Decreto N°351/79 y N°1338/96

A través del Decreto Reglamentario N°351/79 y N°1338/96 se establece una serie de exigencias a las empresas productoras o del rubro de la construcción, a fin de mantener un adecuado nivel en lo que respecta a las condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo. La responsabilidad por el cumplimiento de la normativa se encontrará a cargo de un profesional inscrito en el registro de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo. Este profesional deberá verificar el cumplimiento de las normas en el sector de obra, adoptando las medidas preventivas necesarias en lo referido a la prevención de incendios, utilización de elementos de seguridad, trabajo con maquinarias, señalización, cursos de capacitación a los empleados, entre otros.

Ley N° 25.612: Gestión Integral de Residuos Industriales y Actividades de Servicio

Esta Ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicio.

Ley N° 22.428 y Decreto Reglamentario N°681/81: Conservación de Suelos

Esta Ley declara de interés general la acción privada y pública tendiente a la conservación y recuperación de la capacidad productiva de los suelos. En tal sentido, la autoridad de aplicación podrá establecer Distritos de Conservación de Suelos en toda zona donde sea necesario adoptar programas de conservación o recuperación de suelos y siempre que se cuente con técnicas adaptadas y con probada eficacia para la región.

Ley N° 20.284: Preservación de los Recursos del Aire

En materia de calidad atmosférica esta Ley declara sujetas a sus disposiciones y las de sus Anexos I, II y III, todas las fuentes capaces de producir contaminación atmosférica ubicadas en jurisdicción federal y en la de las provincias que adhieran a la misma. Determina que la autoridad sanitaria nacional o provincial, en sus respectivas jurisdicciones, tendrán a su cargo la aplicación y fiscalización del cumplimiento de la presente Ley y de las normas reglamentarias que en su consecuencia se dicten.

Finalmente, se atribuye a la autoridad sanitaria nacional fijar los niveles máximos de emisión de los distintos tipos de fuentes móviles, con excepción de las emisiones visibles, conforme se establece en el Anexo 1.

Decreto N° 4238/1968-SENASA-Servicio Nacional de Sanidad Animal-. Reglamento de inspección de productos y subproductos y derivados de origen animal

Aprueba el Reglamento de Inspección de productos, subproductos y derivados de origen animal. Este reglamento establece los requisitos higiénico-sanitarios para la elaboración y procesamiento de carnes, subproductos y derivados, incluyendo las graserías. Tiene como objetivo asegurar la calidad, inocuidad y trazabilidad de los productos elaborados, protegiendo la salud pública y los intereses de los consumidores. Establece los requisitos de infraestructura, de higiene, control de calidad, trazabilidad.

3.2 Legislación Provincial

A continuación, se presentan las normas provinciales relacionadas con el proyecto bajo estudio, clasificadas por temática para lograr una mayor comprensión.

Constitución Provincial

Establece las limitaciones de derechos y libertades de los ciudadanos. En el ejercicio de sus derechos y en el disfrute de sus libertades puede quedar sometido a las limitaciones, establecidas por la ley exclusivamente, necesarias para asegurar el respeto de los derechos y libertades ajenas y satisfacer las justas exigencias de la moral y del orden público y del bienestar general.

En el Art 19º, se establece que la Provincia tutela la salud como derecho fundamental del individuo e interés de la colectividad. Con tal fin, establece los derechos y deberes de la comunidad y del individuo en materia sanitaria, creando la organización técnica adecuada para la promoción, protección y reparación de la salud, en colaboración con la Nación, otras provincias y asociaciones privadas nacionales o internacionales.

Ley N° 11.717: Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

Esta Ley pretende establecer los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la población, asegurando un ambiente saludable. La misma establece como autoridad de aplicación en materia ambiental dentro de la jurisdicción de la Provincia a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SMAyDS).

Esta ley se refiere particularmente a la temática Impacto Ambiental en su Capítulo VIII, definiendo como obligatoria la presentación de estudios ambientales correspondientes a actividades susceptibles de ocasionar afectaciones sobre el ambiente (Art. N.º 18). Los Estudios de Impacto Ambiental deben ser aprobados por la SMAyDS con carácter previo a la implementación de las actividades (Art. N° 19).

Asimismo, la Secretaría deberá realizar Auditorías Ambientales de las obras y actividades que se encuentren en ejecución o desarrollo, o ejecutadas y en pleno funcionamiento (Art. N° 20).

Resolución N°382/24 Categorización ambiental digital

La presente resolución deja sin efecto los anexos A y D de la Resolución N° 403/2016.-
ARTÍCULO 2º: Aprobar el sistema integral de Categorización Ambiental Digital, que

como anexo único forma parte de la presente, el cual permite calificar el impacto ambiental de las actividades económicas, con excepción de las subdivisiones de inmuebles y los loteos con fines de urbanización simple y los conjuntos inmobiliarios que se rigen por la Resolución N° 350/2017.-

Decreto N°153/25-Licencia ambiental

Establece una nueva reglamentación sobre política ambiental e impacto ambiental en la Provincia de Santa Fe, derogando el Decreto N° 0101/03 y aprueba reglamentación de Rrt. 12, 18, 19, 20,21 de la Ley 11717. El Ministerio de Ambiente y Cambio Climático se designa como la Autoridad de Aplicación, encargada de evaluar y otorgar permisos ambientales, así como de realizar auditorías para asegurar el cumplimiento de las normas. El Decreto establece tres categorías ambientales (bajo, mediano y alto impacto) y eximidos y se detallan los requisitos para cada una, incluyendo la presentación de una Declaración de Compromiso Ambiental (DCA) para actividades de bajo impacto, y la obtención de una Factibilidad Ambiental (FA) o Licencia Ambiental (LA) para proyectos y actividades de mediano y alto impacto.

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) es un elemento central, que detalla las medidas para prevenir y mitigar impactos ambientales. La Autoridad de Aplicación realizará auditorías ambientales para verificar el cumplimiento del PGA y de las normas ambientales, pudiendo aplicar sanciones en caso de incumplimiento.

Ley N° 10.552. Decreto Reglamentario N° 3.445/92: Conservación y Manejo del Suelo

La presente ley busca llevar a cabo la implementación de los medios necesarios para lograr la adecuación del uso que se le da a la tierra, conforme a su aptitud, manteniendo el equilibrio de los ecosistemas de manera de evitar el deterioro de la economía provincial y teniendo en cuenta las posibilidades reales y efectivas de los usuarios. En este sentido, y según el Art. N° 1 se declara de orden público en todo el territorio provincial: el control y prevención de todo proceso de degradación de los suelos. La recuperación, habilitación y mejoramiento de las tierras para la producción. La promoción de la educación conservacionista.

Resolución N° 201/04: Calidad del Aire

Dicha resolución se encuentra destinada a la preservación, la protección y la recuperación de la calidad del aire en el ámbito de la Provincia. Tienen por objeto prevenir, controlar

y corregir las situaciones de contaminación del aire en el territorio provincial cualesquiera sean las causas que las produzcan. En sus diversos Anexos se establecen: niveles guía de calidad de aire, escala de intensidad de olor, irritación de ojos y nariz, entre otros.

Resolución N° 128/04: Tratamiento y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos

Esta resolución estipula las normas técnicas que aseguren una correcta disposición de los residuos sólidos urbanos a los efectos de evitar impactos ambientales negativos que puedan afectar los recursos naturales y calidad de vida de la población.

Para realizar la adecuada disposición de residuos sólidos urbanos se deberán utilizar algunos de los siguientes métodos: relleno sanitario, estabilización biológica, recuperación de materiales y otros métodos de disposición final o tratamiento cuyos procesos y productos finales no generen molestias o peligros a la salud pública o contaminación al medio ambiente y que sean aprobados, previo informe técnico de las áreas competentes de la SMAyDS (Art. N° 2).

Por otro lado, se prohíbe, entre otras cosas, la disposición final de residuos sólidos urbanos en vertederos a cielo abierto, la quema a cielo abierto de los residuos sólidos urbanos y el uso de residuos sólidos urbanos para el relleno de lagunas o zonas anegables (Art. N° 3).

Resolución N° 1089/82. Efluentes Líquidos. Reglamento para el Control de Vertidos de Líquidos Residuales

Establece las condiciones a las que deberá ajustarse el efluente y el proyecto, construcción, reparación, modificación, mantenimiento y contralor de funcionamiento de las instalaciones de que debe dotarse a aquellos inmuebles cuyos líquidos residuales requieran un tratamiento previo para alcanzar las condiciones de vuelco aceptables para su descarga a los cuerpos receptores. Los objetivos del sistema que se establece son los siguientes: (A) determinar que los efluentes no contengan sustancias contaminantes, tendiendo fundamentalmente a asegurar: 1) el saneamiento integral de las poblaciones 2) la no contaminación de las aguas en general.

Establece los Niveles guía para evaluar la calidad en el vertido de efluentes. Es la normativa destinada a la preservación, protección, y recuperación de la calidad del agua en el ámbito de la Provincia de Santa Fe

Resolución provincial N°2151/14. Residuos industriales no peligrosos o de actividades de servicio

Se define como Residuos No Peligrosos Industriales o de Actividades de Servicios a aquellos residuos en estado físico, sólido, semisólido y líquido o gaseoso contenidos y generados en actividades, procesos u operaciones industriales o de servicios que resultan de la utilización, composición, transformación de la materia o energía, que carece o se infiere que carece de valor o de utilidad para el generador; en su caso, el dueño y su destino deberá determinar su eliminación, valorización o utilización en otros procesos dentro de la Provincia de Santa Fe, quedando excluidos: a) los residuos peligrosos; b) los residuos patogénicos; c) los residuos radiactivos; d) los efluentes líquidos; e) las emisiones gaseosas; f) todos aquellos residuos regulados por otra legislación específica.-

Establece los lineamientos para realizar la gestión de Residuos industriales no peligrosos o de actividades de servicio. Se explica, además, que todas las personas físicas o jurídicas dedicadas a la recuperación, reúso, reciclado, tratamiento o disposición final de residuos industriales o de actividades de servicios no peligrosos deben inscribirse en el Registro de Tratadores de Residuos No Peligrosos Industriales o de Actividades.

La autoridad de aplicación mantendrá actualizado este Registro, el cual deberá ser de carácter público en cuanto a la información, identidad, ubicación y actividad de los inscriptos. Los Tratadores de estos residuos deberán llevar y mantener actualizado un Libro de Operaciones donde se indiquen origen (nombre del generador), fecha de ingreso, cantidad, estado físico, características principales o denominación, número de manifiesto y toda otra información o dato que resulte de importancia o de interés que allí conste de manera documentada, a criterio y ponderación de la respectiva autoridad de aplicación.

Resolución N° 395/07 Homologación de la perforación para aguas subterráneas

Esta resolución establece la obligación de contar con autorización para la construcción de perforaciones de exploración y de pozos de explotación, que se construyan para distintos usos (agua potable, riego, ganadero, recreativos, medicinal, industrial, etc.). Para el otorgamiento de autorización de uso de aguas subterráneas, se debe evaluar previamente los resultados de la investigación hidrogeológica realizada para tal fin.

Las Empresas Consultoras que realicen investigación subterránea y las Empresas Constructoras de pozos de exploración y captación deben estar inscriptas en el Registro creado para tal fin. Todo estudio geológico-hidrogeológico que se realice para distintos

finés de aprovechamiento de aguas subterráneas deberá ser efectuado por profesional/es idóneo/s con Matrícula Profesional Provincial o Nacional habilitante para el desarrollo. La ejecución de perforaciones y de pozos de explotación deberá ajustarse a las Normas Técnicas Vigentes conocidas para la Construcción de pozos (someros y profundos)

Resolución N°306/14 Análisis de riesgo.

Esta normativa establece los requisitos para la realización del estudio y Análisis de Riesgo que deben realizar todos los responsables de las actividades industriales para dar cumplimiento e incluirse en los Estudios de Impacto Ambiental.

Los riesgos se categorizan en bajo, moderado y alto, y en función de ello se debe realizar un plan de contingencias y gerenciamiento del riesgo.

3.3 Legislación municipal

Ordenanza N°12864/22

El Honorable Concejo Municipal de la ciudad de Santa Fe establece el marco regulatorio para la habilitación de locales destinados a actividades desarrolladas dentro del ejido municipal y las pautas establecidas para el procedimiento de dicha habilitación.

Ordenanza N°11960/2012

Se crea el Registro Municipal de Operadores de Sustancias Peligrosas, que llevará en forma actualizada, las inscripciones, renovaciones y solicitudes de baja cronológicamente realizadas respecto de las personas físicas o jurídicas responsables de expendio, almacenamiento, producción, generación, utilización y/o cualquier otro tipo de manipulación de sustancias peligrosas. Se habilitará y funcionará en la Dirección de Gestión de Riesgo quién reglamentará la periodicidad de actualización de información, como los trámites y requisitos necesarios para inscribirse en dichos registros a través de una declaración jurada de las tareas que realiza, detallando cantidad y especificación de las sustancias peligrosas que utiliza, método de almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos y/o cualquier otra información de utilidad.

Ordenanza N°11.017/2003. Evaluación de impacto ambiental.

Se define como Estudio de Impacto Ambiental al procedimiento técnico administrativo destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir los efectos de corto, mediano y

largo plazo que actividades, proyectos, programas o emprendimientos públicos o privados, pueden causar al ambiente. Estas actuaciones deben ser remitidas a la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Santa Fe a efectos de que esta dependencia requiera a los sujetos obligados, la realización de un EIA, que deberá seguirse por el procedimiento establecido en la presente y el trámite administrativo que, a través de la respectiva reglamentación, establezca el Departamento Ejecutivo Municipal.

Capítulo IV

4. Metodología

El presente capítulo expone los aspectos metodológicos del estudio, el cual se enmarca en un enfoque cualitativo con alcance descriptivo, explicativo y exploratorio. Se analiza la situación de la industria, sus procesos, fenómenos y características, con el objetivo de comprender las causas de determinados eventos y sus interrelaciones. Asimismo, se explora el sector de fabricación y comercialización de grasa bovina comestible, con el propósito de identificar nuevas ideas y generar conocimiento. La metodología combina la revisión de registros, la investigación de campo a partir de visitas a la planta, y la consulta a actores clave, tanto internos como externos a la industria.

4.1. Recolección y análisis de información

En esta etapa se recopilaron todos los datos necesarios relacionados con el funcionamiento de la industria de fabricación de grasa bovina comestible y harina de carne, normativas ambientales a tener en cuenta, parámetros a cumplir, permisos y registros, información respecto a la materia prima (desechos de industrias frigoríficas), insumos utilizados, proceso productivo, generación de residuos y efluentes, tratamiento de efluentes líquidos, análisis que se han realizado al personal de la planta.

Con todos los datos aportados, se realizó un primer análisis y estudio de la información para dar paso a las siguientes actividades.

4.2. Actividad de campo

Dado que el diagnóstico incluye un componente social y otro técnico, complementados con la revisión de registros y bibliografía, se llevará a cabo una investigación de campo con el objetivo de verificar, ampliar y profundizar la información recopilada, así como observar el funcionamiento de la industria. Esta etapa abarca las siguientes actividades:

- **Visitas a la planta:** Se realizaron visitas a la planta en diferentes turnos, para obtener información de primera mano sobre los procedimientos operativos, el proceso productivo, la gestión de residuos y efluentes, y las distintas gestiones que se llevan a cabo en la instalación y obtener un registro fotográfico.
- **Encuestas:** Se llevaron a cabo encuestas a vecinos con el objetivo de obtener información sobre su percepción respecto al funcionamiento de la planta, posibles

problemáticas ambientales experimentadas y otros aspectos relevantes para el estudio. En total, se encuestó a 30 personas que residen en un radio de 300 metros alrededor de la planta. La selección se realizó de forma aleatoria, eligiendo entre 4 y 5 vecinos por cuadra, en diferentes direcciones, incluyendo tanto viviendas cercanas como más alejadas al establecimiento. En anexo se presenta la planilla de relevamientos utilizada.

4.3. Diagnóstico del funcionamiento actual de la planta

Se lleva a cabo el diagnóstico de la planta a partir del análisis integral de la información recopilada durante las visitas técnicas, complementada con los datos obtenidos mediante entrevistas y encuestas. Este diagnóstico incluye una descripción detallada del proceso productivo, con énfasis en las etapas clave y los puntos críticos asociados a la generación de efluentes líquidos.

En relación con su tratamiento, se examina el sistema actual de gestión de efluentes, abarcando tanto el pretratamiento como la disposición final y los mecanismos de control existentes. Se evalúa la eficiencia del sistema operativo vigente, identificando deficiencias y problemáticas. Asimismo, se comparan los resultados de los análisis de efluentes con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente, señalando específicamente aquellos parámetros que superan dichos umbrales.

El diagnóstico se complementa con evidencia fotográfica de las distintas etapas del proceso y de las instalaciones en general, lo que permite documentar visualmente las condiciones observadas y facilita la comprensión del análisis.

Finalmente, el diagnóstico se estructura en una comparación general que proporciona una visión panorámica de la planta, y a partir de esta, se desarrolla un análisis más profundo de los aspectos centrales, tales como los procesos productivos, la generación de residuos y efluentes, y su correspondiente gestión.

4.4. Análisis y Propuesta de Mejora

En base a los resultados del diagnóstico, se identifican las áreas de mejora en la gestión y tratamiento de efluentes líquidos como así también en el área productiva. Se proponen alternativas y acciones específicas para optimizar el sistema actual, incluyendo:

Alternativas de tratamiento: se evalúan diferentes tecnologías de tratamiento de efluentes, considerando su eficiencia y aplicabilidad a la planta.

Acciones de mejora: se proponen acciones concretas para implementar las alternativas seleccionadas, incluyendo la adquisición de equipos, la capacitación del personal y la modificación de procesos.

4.5. Plan de gestión ambiental

Se realizó un plan de gestión ambiental para implementarlo en la planta. El plan incluye programas sobre aspectos específicos de la industria, medidas de mitigación, remediación y/o compensación.

4.6 Recomendaciones y conclusiones

Por último, se plantean algunas conclusiones y recomendaciones basadas en la información recopilada y los resultados obtenidos a lo largo del estudio. En este apartado se describen y comparan distintas alternativas posibles, con el objetivo de aportar criterios útiles para la toma de decisiones y orientar futuras acciones en el marco del problema analizado.

Capítulo V

5. Relevamiento y diagnóstico de la planta. Análisis de la información recolectada

5.1 Análisis social: sistematización de los resultados de las encuestas

La problemática que dio origen al presente trabajo de investigación está relacionada con diversas molestias percibidas por los vecinos del norte de la ciudad de Santa Fe, entre las cuales se encuentran los ruidos y los olores generados por la planta. Ante esta situación, se llevó a cabo un trabajo de campo que incluyó la aplicación de encuestas en las inmediaciones de la instalación, con el propósito de obtener información primaria que complementara los datos recopilados durante las visitas técnicas.

Para delimitar el diagnóstico referido al sector norte de la ciudad de Santa Fe —donde se localiza la planta objeto de estudio— se toma como referencia la vecinal en cuyo ámbito se encuentra emplazada. Antes de presentar el análisis de la información obtenida a través de las encuestas, se incluye una breve descripción de las características y antecedentes históricos de dicha vecinal, con el propósito de contextualizar adecuadamente el estudio. Cabe señalar que, por políticas internas de la empresa, no se mencionan los nombres tanto de la industria como de la vecinal.

Desde el punto de vista jurisdiccional, la industria se ubica en una de las vecinales del distrito noroeste de la ciudad de Santa Fe, conformada por tres barrios que, si bien carecen de límites físicos formales, suelen agruparse dentro de una misma unidad vecinal.

Estos barrios se formaron a partir de procesos de relocalización posteriores a diversas inundaciones y se consideran barrios de emergencia. Uno de ellos comenzó a constituirse en 1953 y fue creado mediante decreto como tal. En ese año, alrededor de 600 personas fueron desalojadas de un asentamiento ubicado a orillas del río Salado, en la zona denominada Boca del Tigre —en una de las puntas del puente de Santo Tomé— y, junto con familias provenientes del barrio San Lorenzo, fueron trasladadas con la intención de conformar un barrio modelo que no estuviera expuesto al riesgo de inundaciones. La mayoría de estas familias se dedicaba a la pesca. El traslado las dejó sin trabajo, sin servicios básicos (como electricidad, atención sanitaria o educación), sin seguridad y sin infraestructura comercial o de transporte. En ese contexto, los internos de la cárcel de Las

Flores y los primeros pobladores levantaron un asentamiento de 125 ranchos en terrenos municipales, al que denominaron Barrio de Emergencia.

Desde los primeros años, la historia del barrio estuvo marcada por la llegada del padre Antonio Rodríguez, considerado por muchos como su fundador. A partir de las numerosas necesidades detectadas, la Obra de Barrios impulsó diversas mejoras: en primer lugar la instalación de seis canillas públicas, luego el acceso a la energía eléctrica, un puesto sanitario y nuevas viviendas. Con el crecimiento poblacional se incorporaron servicios como el Correo, teléfonos públicos y un destacamento policial.

En 1957, el entonces intendente de Santa Fe cedió terrenos municipales para la construcción del actual complejo educacional comunitario y, posteriormente, de una escuela técnica. La creación de la primera escuela fue un hito fundamental, ya que permitió dictar cursos de carpintería, corte y confección y tejido, ofreciendo a las personas adultas oportunidades concretas de inserción laboral. En 1966, tras un nuevo desborde del río Salado, más de cien familias evacuadas fueron nuevamente relocalizadas en el barrio. Con el paso de las décadas surgieron otras instituciones, entre ellas distintas vecinales y organizaciones no gubernamentales que desarrollaron múltiples actividades sociales en beneficio de la comunidad.

El segundo barrio que integra esta vecinal también se conformó a partir del traslado espontáneo de familias afectadas por la inundación de 1983. El área, originalmente una cava sin viviendas, comenzó a poblarse durante ese período. En la década de 1990, una mujer llamada Teresa asumió un papel organizador entre los vecinos: viajó a Buenos Aires para solicitar al Gobierno Nacional viviendas para las familias, impulsó ollas populares, talleres y una copa de leche para los niños, entre otras acciones comunitarias. Su liderazgo fortaleció la organización barrial y promovió la articulación entre las familias para reclamar mejoras urbanas y sociales. En reconocimiento a su labor y compromiso, el barrio adoptó su nombre.

El tercer y último barrio surgió como un asentamiento espontáneo posterior a la gran inundación de 1983. En la actualidad cuenta con aproximadamente 300 familias y recién entre los años 2022 y 2023 recibió intervenciones estatales orientadas a mejorar el alumbrado público, las condiciones de las calles y los desagües cloacales.

El sector norte de la ciudad presenta, en la mayoría de sus barrios, un origen común marcado por procesos de exclusión y traslados forzados, ya sea por acción de las fuerzas de seguridad, por riesgos hídricos o por las condiciones de pobreza y la falta de espacio en zonas próximas a las fuentes potenciales de empleo —albañiles, changarines, trabajadoras domésticas, entre otros—.

Asimismo, se analizaron diversas variables del Censo Nacional 2022 con el fin de caracterizar a la población ubicada en el área de influencia de la planta en estudio. Para ello, se tomaron como referencia los radios censales correspondientes a la vecinal. Estos datos demográficos permiten describir la población del sector según grupos etarios, nivel educativo alcanzado, actividad económica y tipo de ocupación. Posteriormente se presentan los resultados del análisis de las encuestas realizadas.

De acuerdo con el Censo Nacional 2022, la ciudad de Santa Fe registra una población total de 405.264 habitantes, de los cuales 214.525 (52,93%) son mujeres y 190.739 (47,07%) son varones.

Tabla: 5.1: Sexo registrado al nacer.

Sexo registrado al nacer	Casos	% sector	Total ciudad	% total ciudad
Mujer/Femenino	3205	50,99%	214 525	52,93%
Varón/Masculino	3080	49,01%	190 739	47,07%
Total	6285	100,00%	405 264	100,00%

Fuente: Censo Nacional 2022.

La población del área de estudio, corresponde a un total de 6.285 de las cuales 3.205 son mujeres (50,99%) y 3.080 (49,01%) son varones, representando un 1.55% del total de la población de Santa Fe.

Tabla 5.2: Edad en grupos

Edad en grandes grupos	Casos	% sector	total ciudad	% total ciudad
Hasta 14 años	1493	23,75%	82 770	20,42%
15 a 64 años	4176	66,44%	271 611	67,02%
65 y más años	616	9,80%	50 883	12,56%
Total	6285	100,00%	405264	100,00%

Fuente: Censo Nacional 2022.

En la tabla 5.2 observamos la población distribuida en grandes grupos de edades, hasta 14 años un total de 1.493 (23,75%), de 15 a 64 años 4.176 (66,44%) y de 65 y más un total de 616 personas (9,80%), lo que puede deberse a que ese sector posee una esperanza de vida baja respecto al resto de la ciudad de Santa Fe, que posee un total de 50.883 que corresponde a un 12, 56%.

Tabla 5.3: Máximo nivel de instrucción alcanzado.

Máximo nivel de instrucción alcanzado	Casos	% sector	Total ciudad	% total ciudad
Sin instrucción	638	10,15%	38 908	9,60%
Primario incompleto	1196	19,03%	56 144	13,85%
Primario completo	1081	17,20%	41 119	10,15%
Secundario incompleto	1432	22,78%	74 591	18,41%
Secundario completo	1220	19,41%	70 031	17,28%
Terciario incompleto	279	4,44%	23 008	5,68%
Terciario completo	167	2,66%	27 294	6,73%
Universitario incompleto	179	2,85%	37 914	9,36%
Universitario completo	45	0,72%	22 283	5,50%
Posgrado incompleto	17	0,27%	4 883	1,20%
Posgrado completo	6	0,10%	7 265	1,79%
Ignorado	25	0,40%	1 824	0,45%
Total	6285	100,00%	405 264	100,00%

Fuente: Censo Nacional 2022.

Respecto al máximo de nivel educativo, los datos que más llaman la atención siendo una muestra pequeña son:

De las 6.285 personas que representan el área de estudio, 1.196 (19,03%) tienen primario incompleto; y sólo 1.081 (17,20) tienen primario completo;

El mayor porcentaje de la muestra, 22,78%, representa el número de personas que tiene el secundario incompleto, mientras que el resto de los niveles representan muy poco porcentaje. Solo 45 (0,72%) personas tienen universitario completo mientras que 6 personas (0,40%) alcanzaron un nivel de posgrado completo respecto al total de la ciudad que representa un 1,79%

Los resultados obtenidos permiten concluir que el nivel educativo alcanzado por la población del sector estudiado se ubica, en su mayoría, por debajo de los estudios obligatorios, mientras que quienes acceden a niveles superiores constituyen una minoría. Esto evidencia una clara desventaja en relación con las poblaciones de los barrios más céntricos de la ciudad, donde se observan niveles educativos más elevados.

Esta situación se refleja en la inserción laboral de los habitantes del área, predominantemente vinculada con empleos precarios y no calificados, caracterizados por salarios bajos, escasa estabilidad y limitado acceso a derechos laborales. En cuanto a las principales actividades desarrolladas en el sector —según se detalla en la Tabla 5.4—, el comercio concentra el mayor porcentaje de ocupación (19,08%), seguido por el rubro administración, educación o salud pública (11,05%). El sector industrial representa el 9,39% de la actividad laboral, mientras que la construcción alcanza el 10,39%. Por su parte, solo un 4,15% corresponde a educación o salud privadas, lo cual podría reflejar la baja proporción de personal calificado y con niveles educativos más altos en la zona.

Tabla 5.4: Actividad principal.

Actividad principal	Casos	% sector	Total ciudad	% total ciudad
Educación o salud privada	113	4,15%	15 661	8,40%
Administración pública, educación o salud pública	301	11,05%	27 968	15,00%
Comercio	520	19,08%	33 023	17,71%
Industria	256	9,39%	11 475	6,15%
Agropecuaria, pesca o minería	15	0,55%	1 338	0,72%
Construcción	283	10,39%	15 309	8,21%
Transporte o almacenamiento	89	3,27%	5 545	2,97%
Hotel o restaurante	76	2,79%	5 665	3,04%
Banco, financiera o aseguradora	4	0,15%	2 558	1,37%
Empresa de electricidad, gas o agua	14	0,51%	1 685	0,90%
Otros servicios personales, técnicos o profesionales	611	22,42%	41 495	22,25%
Educación o salud sin determinar si es pública o privada	20	0,73%	2 024	1,09%
Ignorado	423	15,52%	22 736	12,19%
Total	2725	100,00%	186482	100,00%

Fuente: Censo Nacional 2022.

En cuanto a las principales actividades que se desarrollan en el sector estudiado, de acuerdo a la tabla 5.4 se puede observar que el comercio ocupa el mayor porcentaje, 19,08%, sigue el rubro administración, educación o salud pública un 11,05%. El sector industrial representa un porcentaje de 9,39% mientras que la construcción alcanza un 10,39%, mientras que solo un 4,15% representa a la educación o salud privada lo que puede significar el bajo porcentaje de personal capacitado y con niveles altos de educación.

Tabla 5.5: Ese trabajo...? lo hace como...?

Ese trabajo ¿lo hace como...	Casos	% sector	Total ciudad	% total ciudad
Servicio doméstico	318	11,67%	13 876	7,44%
Empleada(o) u obrera(o)	1209	44,37%	95 017	50,95%
Cuenta propia	880	32,29%	57 034	30,58%
Patrón(a) o empleador(a)	103	3,78%	8 699	4,66%
Trabajador(a) familiar	75	2,75%	4 405	2,36%
Ignorado	140	5,14%	7 451	4,00%
Total	2725	100,00%	186 482	100,00%

Fuente: Censo Nacional 2022.

Esta última tabla representa de qué manera se realiza el trabajo antes mencionado mostrando que un 44,37% corresponde a empleado u obrero (probablemente la mayoría de obreros considerando el porcentaje destinado a la construcción), un 32,29% por cuenta propia, y un 11,67% que se dedica al servicio doméstico.

Este desarrollo intenta mostrar la realidad y como está formado y atravesado el área de influencia de la planta en estudio, el nivel educativo que tiene su población, las actividades principales mostrando el carácter industrial, de construcción y comercial que tiene principalmente la zona, sin dejar de lado que también resulta una población vulnerable respecto a la educación y forma de trabajo.

Volviendo al trabajo de campo, como método de investigación, se optó por la aplicación de encuestas dirigidas a una muestra específica de residentes (área de influencia directa), con el fin de recopilar de manera organizada y eficiente sus percepciones y opiniones sobre el impacto de la planta. Esta información constituye una base fundamental para la toma de decisiones y la eventual implementación de medidas correctivas o de mejora.

Para la selección de la muestra se consideró un radio de 500 metros alrededor de la planta en estudio, que constituye a su vez, el área de influencia directa (AID). Esta definición, representa el área territorial donde se manifiestan o se pueden manifestar de forma inmediata y más intensa los potenciales impactos generados por la actividad.

En total se realizaron 21 encuestas a diferentes viviendas y a diferentes distancias dentro del área de influencia directa considerando que la percepción del impacto puede variar según la proximidad a la planta. En particular, se buscó encuestar a quienes residen contiguamente a la planta -posiblemente expuestos de manera más directa-, de aquellos que viven a mayor distancia, donde factores como la dirección del viento o la coexistencia con otras actividades del barrio podrían influir en la experiencia de los impactos.

En consecuencia, el cuestionario estuvo orientado a identificar la percepción de los vecinos respecto a olores y ruidos, indagando si estos resultan molestos, en qué momentos del día se intensifican o no, si interfieren con sus actividades cotidianas y si consideran posible convivir con estas emisiones.

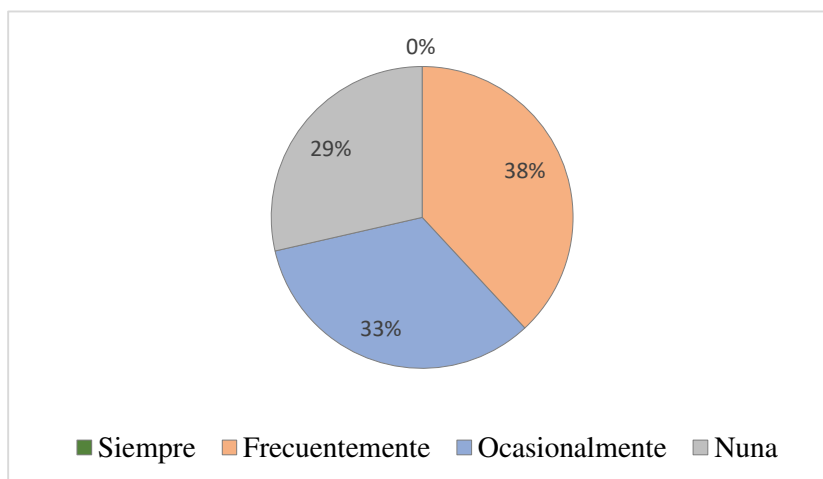
A continuación, se presenta el análisis de la información obtenida durante el trabajo de campo.

Tabla 5.6: Percepción de olores

Frecuencia	%	Cantidad de encuestados
Siempre	0%	0
Frecuentemente	38%	8
Ocasionalmente	33%	7
Nunca	29%	6
TOTAL	100%	21

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.1: Frecuencia con la que los encuestados perciben olores



Fuente: Elaboración propia

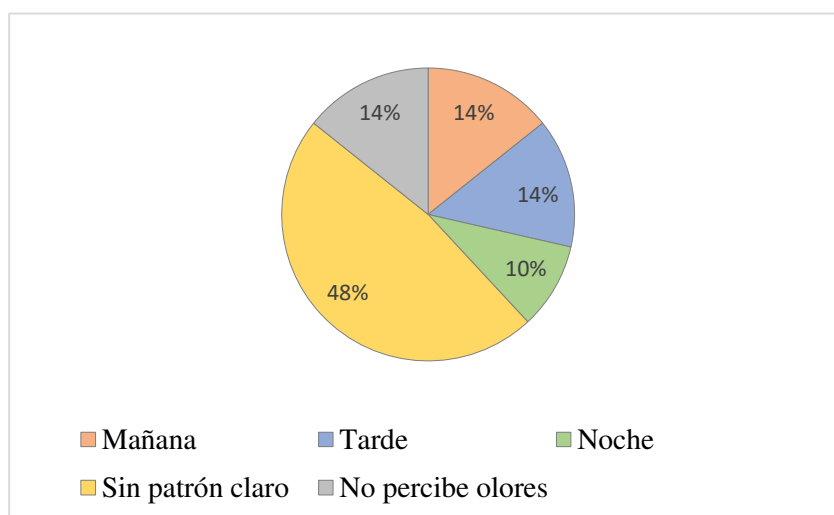
Se observa que ninguno de los encuestados declaró percibir olores de manera constante. No obstante, un 38 % indicó que los percibe con frecuencia, lo cual que dichos olores, aunque no permanentes, podrían tener un impacto significativo en la calidad de vida de los residentes.

Tabla 5.7: Momento del día en el que se sienten olores

Momento	%	Cantidad de encuestados
Mañana	14%	3
Tarde	14%	3
Noche	10%	2
Sin patrón claro	48%	10
No percibe olores	14%	3
TOTAL	100%	21

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.2: Momento del día en el que se sienten olores



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico, si bien una parte de los encuestados manifiesta percibir olores, no se identifica un patrón claro en cuanto al momento del día en que estos se presentan. Esto sugiere que las emisiones podrían no estar directamente relacionadas con la jornada operativa habitual de la planta, ya que no se evidencian diferencias significativas entre el día y la noche.

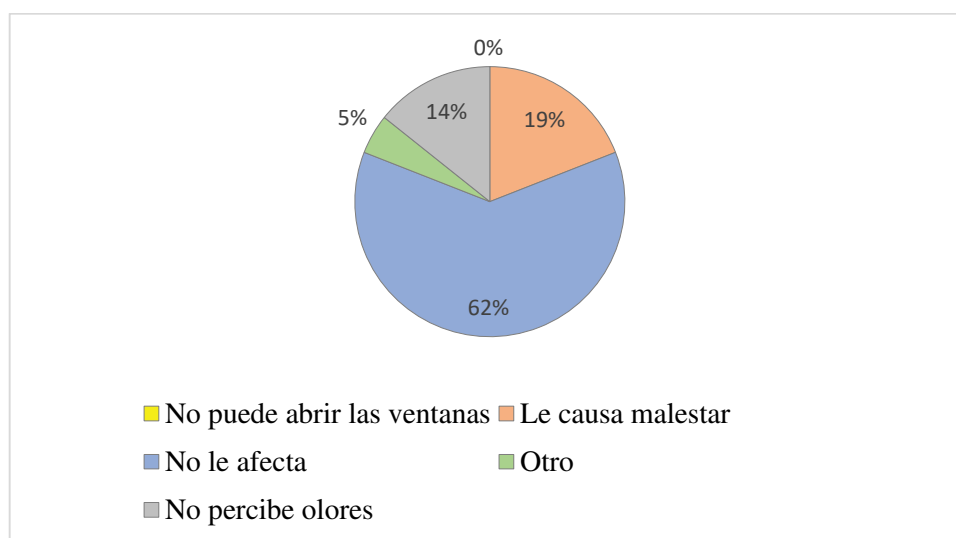
Por otra parte, tal como se muestra en el Gráfico N°5.2, el 14 % de los encuestados indicó no percibir olores. Entre quienes sí los perciben, la mayoría (62 %) expresó que estos no interfieren con su vida cotidiana, mientras que un 19 % manifestó que los olores le generan malestar. Asimismo, no se registraron casos en los que los vecinos declararan no poder abrir sus ventanas debido a la presencia de olores.

Tabla 5.8: Cómo afectan los olores a la vida de los habitantes del barrio

Afectación	%	Cantidad de encuestados
No puede abrir las ventanas	0%	0
Le causa malestar	19%	4
No le afecta	62%	13
Otro	5%	1
No percibe olores	14%	3
TOTAL	100%	21

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.3: Cómo afectan los olores a la vida de los habitantes en el barrio



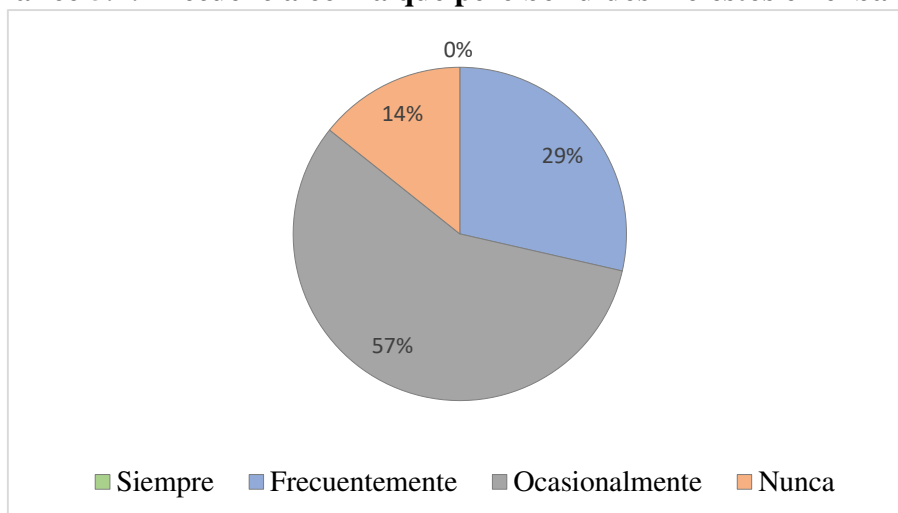
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.9: ¿Percibe ruidos molestos en el barrio?

Frecuencia	%	Cantidad de encuestados
Siempre	0%	0
Frecuentemente	29%	6
Ocasionalmente	57%	12
Nunca	14%	3
TOTAL	100%	21

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.4: Frecuencia con la que percibe ruidos molestos en el barrio



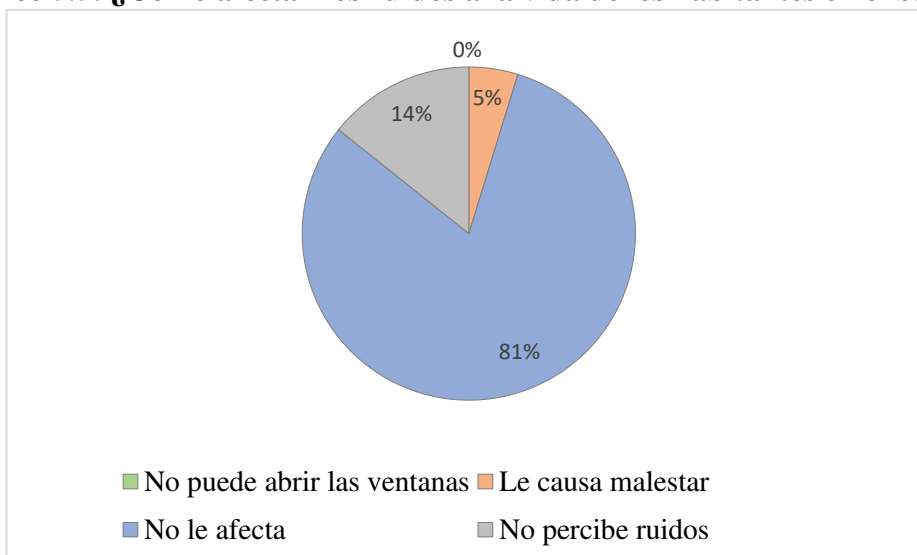
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.10: ¿cómo afectan los ruidos a la vida de los habitantes del barrio?

Afectación	%	Cantidad de encuestados
No puede abrir las ventanas	0%	0
Le causa malestar	5%	1
No le afecta	81%	17
No percibe ruidos	14%	3
TOTAL	100%	21

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5: ¿Cómo afectan los ruidos a la vida de los habitantes en el barrio?



Fuente: Elaboración propia

En relación con los ruidos molestos, los resultados de las encuestas indican que el 75 % de los encuestados percibe ruidos de manera ocasional, mientras que el 29 % los percibe con frecuencia y un 15 % afirma no percibirlos en ningún momento.

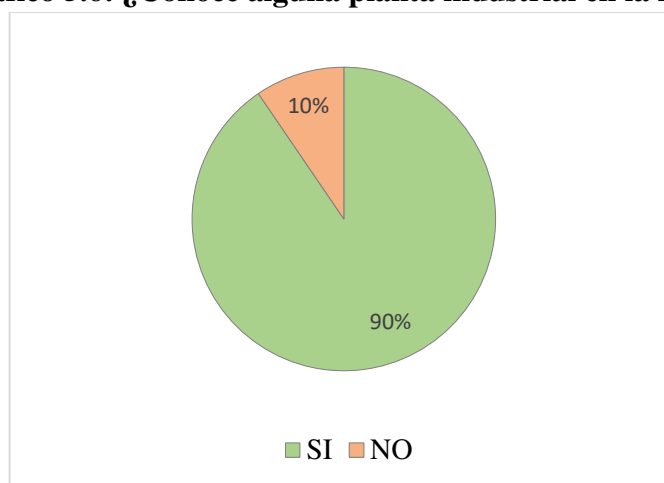
Respecto al impacto de estos ruidos en la vida cotidiana, el 81 % de los participantes manifestó que no le generan molestias significativas. Por otro lado, un 14 % indicó no percibir ruidos en absoluto, y solo un 5 % declaró que los ruidos le provocan malestar.

Tabla 5.11: ¿Conoce alguna planta por la zona?

SI	90%	19
NO	10%	2
TOTAL	100%	21

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.6: ¿Conoce alguna planta industrial en la zona?



Fuente: Elaboración propia

Se observa que el 90 % de los encuestados tiene conocimiento de la existencia de una o más plantas industriales en el barrio. Asimismo, la totalidad de los participantes considera que dichas plantas son importantes para la comunidad, ya que contribuyen al dinamismo del entorno, generan empleo para los vecinos y forman parte de la identidad y la actividad cotidiana del barrio.

Si bien algunos residentes asocian la presencia de olores, ruidos y el tránsito de camiones con el funcionamiento de estas plantas, ninguno manifestó que estos factores le generen disgusto o malestar. Por el contrario, la percepción general es de tolerancia y aceptación.

En conclusión, puede inferirse que la planta en estudio no representa un conflicto significativo para la comunidad. La mayoría de los encuestados no asocia de manera directa los olores con la actividad de la planta, y entre quienes sí perciben olores, estos no constituyen un problema relevante ni afectan su calidad de vida. De manera similar, en relación con los ruidos, los vecinos tienden a atribuirlos más al tránsito habitual del barrio que al funcionamiento de la planta propiamente dicho.

5.2 Análisis técnico. Consideraciones generales y particulares

La planta industrial objeto de estudio se localiza en la ciudad de Santa Fe, provincia de Santa Fe, Argentina, y ha estado en funcionamiento desde el año 1994. Su establecimiento se remonta a la época en que operaba el ex Frigorífico Municipal en sus inmediaciones, lo que marca una continuidad en el uso industrial del área. Por políticas y permisos de la empresa no se muestra la ubicación de la planta en la localidad de Santa Fe.

Actualmente, la planta cuenta con Licencia Ambiental vigente, otorgada por el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de la Provincia de Santa Fe. Asimismo, se encuentra debidamente inscripta en los siguientes registros:

- Registro de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos, en carácter de generador, conforme lo establecido por el Decreto N.º 1844/02 y la Resolución N.º 0273/19.
- Registro de Generadores, Almacenadores y Tratadores de Residuos No Peligrosos Industriales y de Actividades de Servicio, según lo establecido por el Decreto N.º 2151/14.

Además, la industria posee autorización precaria de vuelco de efluentes líquidos, otorgada por la Municipalidad de Santa Fe, en el marco de la Ordenanza Municipal N.º 4085, que regula las actividades comerciales, industriales y profesionales dentro del ejido municipal con el objetivo de preservar la salubridad, la seguridad, la higiene, y garantizar la fiscalización de pesas y medidas.

La planta posee una capacidad de producción anual estimada en 1400 toneladas, para ello se procesa un volumen anual estimado de 2100 toneladas de materia prima, proveniente de dos líneas principales de recepción:

- Grasa de faena de frigoríficos: extraída de la riñonada, tela de panza de animales sanos y desorillados de tripas.
- Grasa de desposte: proveniente de recortes generados en carnicerías y supermercados.

El rendimiento promedio de producción corresponde a una 65 %. Por día se estima que reciben 12.000kg aproximadamente de materia prima para una producción de 7800kg diarios de productos. La producción se realiza de lunes a viernes.

La materia prima se recibe en tambores de 200 litros, y se somete a un proceso de selección. Aquella que no se considera apta para el procesamiento es derivada a otra industria. Del mismo modo, los subproductos generados, como el agua centrífuga rica en proteínas, también son comercializados.

El proceso productivo consta de siete etapas, finalizando con el lavado completo de las instalaciones y equipos. Los efluentes generados son tratados mediante un sistema físico-químico, que incluye un sistema de flotación por aire disuelto (DAF). El efluente tratado es volcado a un canal pluvial a cielo abierto habilitado para tal fin.

De acuerdo con la información proporcionada por la empresa, el agua utilizada en el proceso -tanto para producción como para lavado, calderas (generación de vapor) y condensadores- proviene de una perforación habilitada, con un consumo estimado de 45 m³ por día. Los insumos utilizados para la producción anual estimada se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5.12: Insumos utilizados para la planta en estudio

INSUMOS	CANTIDAD POR AÑO
Para producción	
BHT (Antioxidante químico)	1200 kg
Cajas 1/2 kg	15.710 unidades
Cajas 1kg	23.800 unidades
Separadores	39228 unidades
Cajas block	28.500 unidades
Polietileno	7066 kg
Big Bag	1700 unidades
Para limpieza de sector productivo y equipos	
Detergente acido desincrustante espumígeno	360litros
Detergente alcalino clorado líquido	480 litros
Para gestión de efluentes líquidos	
Coagulante catiónico líquido: policloruro de aluminio	3000 litros
Floculante catiónico.	420 litros
Cloro activo	2400 litros

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Etapas del proceso productivo de grasa bovina y harina de carne

El proceso de producción en la industria de subproducto animal, renderizado, es el proceso secundario de los frigoríficos y se realiza para estabilizar los subproductos y convertirlos en productos de valor comercial; los restos de la faena de bovinos (huesos, grasas, sangre, etc.) pueden ser transformados en sebo industrial de alta calidad para producir grasa bovina comestible y harina de carne con gran contenido proteico. A continuación, se presenta el proceso productivo de grasa bovina comestible y harina de carne de la empresa en estudio.

- **Recepción y selección de materia prima:** la materia prima ingresa en camiones habilitados y es derivada directamente hacia el sector de producción para su separación manual sobre una mesada destinada a dicha tarea o hacia la cámara de frío (depósito de materia prima). Se realiza la clasificación de la materia prima en forma manual asegurando la calidad de los componentes que se incorporan al lote. El descarte se envía a otra empresa.
- **Picado:** la materia prima seleccionada se pica, asegurando el tamaño para el ingreso a fundición de forma homogénea.
- **Cocción/Fundición:** las grasas animales se encuentran ligadas con tejido o estructura celular constituyendo una membrana grasa. Para poder liberar ese tejido membranoso, es necesario calentarla para disminuir la densidad y viscosidad de la grasa permitiendo que se separe del tejido. Es decir, en esta etapa se busca separar la grasa de los tejidos celulares a través del calentamiento de la materia prima. Este proceso se lleva a cabo en un equipo cilíndrico con capacidad de 1000 litros (1000 kg/h), con dimensiones de 1200 mm de diámetro y 900 mm de alto, en el cual se inyecta vapor de manera directa. La temperatura de cocción oscila entre 85 °C y 95 °C, con un tiempo de residencia de aproximadamente 12 minutos, permitiendo la ruptura de las membranas grasas y la liberación del contenido lipídico.
- **Separación** de fase sólida (chicharrón para producción de harina de carne) y de la fase líquida (grasa) se realiza en una centrífuga horizontal- Dcanter bifásica con una capacidad de 2500 l/h (rotor Ø250 mm x 1075 mm de largo. 4000 rpm) a una temperatura de 85°C - 95°C.
- **Lavado:** se realiza un lavado por inyección directa de vapor, manteniendo una temperatura de 92 °C y un tiempo de residencia de 5 minutos, asegurando la limpieza del material previo a las etapas siguientes.
- **Centrifugación:** una vez separada la fase sólida para harina de carne que luego pasa a molienda y envasado, la fase líquida se deriva para la separación de la fase oleosa y la fase acuosa en 4 centrífugas verticales de capacidad 800 l/h (15000 rpm. Rotor Ø 110 mm x 900 mm de largo) y de material AS16 de las cuales se obtiene:
 - Grasa líquida: que sigue a proceso. (a filtración)
 - Agua de grasa: se vende a chancherías (agua rica en grasas).

- **Filtración:** la grasa líquida es filtrada utilizando un filtro Metpor, con una capacidad de 35 m³/h, a una presión de 4 bar, y con bolsas filtrantes de 5 micrones, lo que permite la eliminación de impurezas físicas sin comprometer la calidad del producto.
- **Decantación:** posteriormente, la grasa filtrada se deja reposar en tanques de decantación durante un período no menor a 10 horas, permitiendo la sedimentación de cualquier impureza residual.
- **Mezclador:** en equipo cilíndrico se incorpora el BHT (agente antioxidante que permite evitar la oxidación de la grasa en particular de la fase grasa) y se homogeniza el producto.
- **Homogeneización/ Cristalización:** en esta etapa se garantiza la homogeneidad del lote, asegurando que la composición del producto final sea uniforme en toda la producción.
- **Envasado:** finalmente, el producto es envasado mediante una envasadora semiautomática al vacío, se codifica y se coloca en cajas para su distribución.

Una vez finalizada las etapas del proceso productivo, se realiza el lavado de los equipos, tanques, cañerías, y de la planta mediante el recirculado de agua (CIP) con detergente alcalino clorado y para la limpieza del piso, paredes y exteriores se utiliza detergente ácido desincrustante espumígeno.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo de grasa y harina de carne de la planta en estudio.

Figura 5.4: Diagrama de flujo de proceso productivo de la planta en estudio



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se presenta una secuencia visual del proceso productivo, a través de un registro fotográfico realizado durante una de las visitas a la planta. Las imágenes abarcan desde la recepción de la materia prima hasta la elaboración de la grasa y harina de carne, incluyendo finalmente el proceso de envasado.

Imagen 5.1: Elaboración de grasa comestible de la planta en estudio



Fuente: Imágenes tomadas en la planta

Imagen 5.2: Elaboración harina de carne de la planta en estudio



Fuente: Imágenes tomadas en la planta

5.2.2 Generación y gestión de residuos industriales peligrosos y no peligrosos

En la planta se generan tres tipos de residuos, los cuales se gestionan de acuerdo a las normativas ambientales vigentes de la provincia de Santa Fe.

5.2.2.1 Residuos sólidos urbanos

De acuerdo a la Resolución N°128/2004 los residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos inertes o áridos y residuos asimilables a urbanos son: restos de cocina: yerba,

restos de comida, servilletas sucias, restos de oficinas, cartón y papel y son destinados a disposición final mediante transporte habilitado al Relleno Sanitario de la Provincia de Santa Fe.

5.2.2.2 Residuos no peligrosos industriales o de actividades de servicio

Según Resolución N.º 2151/14, a aquellos residuos en estado físico sólido, semisólido y, líquido o gaseoso contenidos, generados en actividades, procesos u operaciones industriales o de servicios, que resultan de la utilización, descomposición, transformación de la materia o energía, que carece o se infiere que carece de valor o de utilidad para el generador y en su caso, el dueño, y su destino natural deberá ser su eliminación, valorización o utilización en otros procesos, dentro de la Provincia de Santa Fe.

Categorías sometidas a control en la planta.

- NP 01: jabones, materias grasas, ceras de origen animal o vegetal. En este caso, son los barros que se generan del tratamiento de los efluentes líquidos en la planta de tratamiento, no contiene en residuos peligrosos y son enviados a disposición final. Y también, los recolectados del barrido en seco o restos en el piso, mangas, equipos.
- NP027: materiales plásticos. El material plástico generado en la planta refiere al packaging de insumos, cartones y plásticos del embalaje.

Estas categorías se gestionan mediante el envío a un tratador u operador inscripto en el Registro provincial de tratadores y operadores de residuos no peligrosos industriales o de actividades de servicio, como lo es la Comuna de Franck, Santa Fe.

5.2.2.3 Residuos peligrosos

Categorías sometidas a control según Decreto 1844/02: son aquellos que, por su cantidad, concentración, características físicas, químicas o infecciosas, pueden causar daño directo o indirecto a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, el aire o el ambiente en general.

Las categorías sometidas a control en la planta son:

- Y08: Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- Y09: Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.

- Y12: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
- Y48: materiales y/o elementos diversos contaminados con alguno o algunos de los residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos generados en la planta refieren a los tambores de aceite en los cuales llega el combustible de la caldera, trapos sucios y elementos de limpieza que estén contaminados con aceites minerales que se utilizan en la sala de máquinas y sala de caldera. Estos residuos se envían a disposición final de manera correcta con operadores y tratadores habilitados y registrados en la Provincia.

5.2.3 Generación y clasificación de los efluentes líquidos

5.2.3.1 Efluentes cloacales

Los líquidos o efluentes sanitarios, generados por el desenvolvimiento normal de la planta son gestionados mediante pozo absorbente.

5.2.3.2 Efluentes industriales

El efluente líquido que se genera en la planta es proveniente del lavado de los equipos, lavador de vahos de la cocción y de la planta luego del proceso productivo. Para realizar la limpieza de los equipos, se utiliza recirculado de agua (CIP)¹ con detergente alcalino clorado por tanques, equipos, cañerías y luego se enjuaga con agua limpia. Para la limpieza del piso, paredes y exteriores se utiliza el mismo desengrasante, pero se realiza un espumado.

Los efluentes están formados por materia grasa que arrastra la limpieza y desengrasantes utilizados. Se estima un caudal de 15m³/día.

La gestión de estos líquidos consiste en el siguiente tratamiento físico-químico:

- **Pre tratamiento:** en un tanque ecualizador con la incorporación de coagulante policloruro de aluminio (PAC).
- **Tratamiento primario-secundario:** mediante sistema de flotación por aire disuelto (DAF) con incorporación de polímero- floculante.

¹ Cleaning in place- Limpieza in situ. Método de limpieza y desinfección automática de los circuitos de equipos y tuberías en instalaciones industriales, especialmente en las industrias alimentaria, de bebidas y farmacéutica, sin necesidad de desmontarlos.

→ **Tratamiento terciario:** que consiste en el clorado de los líquidos previo a su vuelco final a canal a cielo abierto.

La función del ecualizador (también conocida como homogeneización), en este caso, es regular y estabilizar el caudal y la carga de contaminantes que entran a la planta de tratamiento. Su función principal es, entonces, absorber las fluctuaciones en el flujo, permitiendo que el resto del sistema de tratamiento funcione de manera más eficiente. El tanque ecualizador recibe un efluente variable, pero entrega un efluente aproximadamente constante.

El sistema de flotación por aire disuelto (tecnología DAF) es un proceso físico que permite la separación y remoción de grasas, aceites y sólidos suspendidos disminuyendo, además, la DBO y DQO.

La tecnología DAF funciona produciendo una corriente de burbujas microfinas que se adhieren a los sólidos en suspensión elevándolos a la superficie, donde pueden ser eliminados por un mecanismo de barrido superficial.

5.2.4 Gestión y tratamiento de efluentes líquidos

El efluente crudo es conducido a través de una serie de tubos dentro de la planta hasta llegar al ecualizador, una vez que sale de él, atraviesa una serie de tubos (previo filtrado) en donde se incorpora coagulante líquido (PAC - policloruro de aluminio) que neutraliza las cargas del material en suspensión hasta ingresar al siguiente tratamiento.

Luego el líquido pre-tratado ingresa a una pileta de sección rectangular o tanque DAF que cuenta con una sección de aireación y otra de flotación (donde queda el agua clarificada) en donde se incorpora el floculante (polímero soluble en agua). Una vez que los líquidos ingresan a la sección de aireación son forzados a atravesar una corriente de microburbujas de aire que se adhieren a las partículas sólidas, o flóculos; esto provoca que la densidad relativa de las partículas sólidas baje y sean arrastradas a la superficie. Luego son llevadas al final de la cámara de flotación mediante un barredor superficial y una vez allí, un tornillo sin fin recoge y traslada los barros a un contenedor de barros que se ubica contiguo a la pileta.

El agua clarificada procede a su cloración en un contenedor contiguo en una concentración de cloro activo de 25 mg/L. El tiempo de retención hidráulico es superior

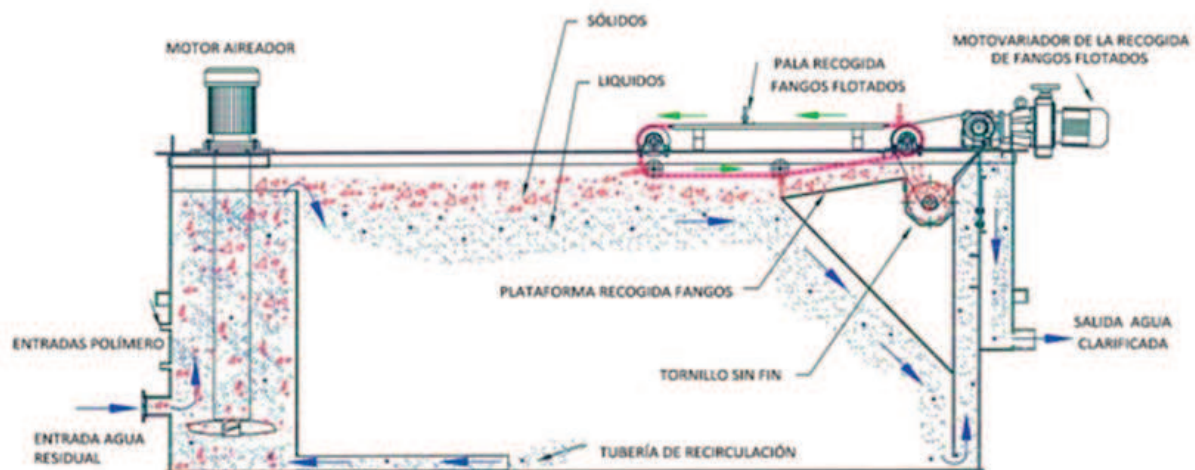
a los 30 minutos, garantizando su desinfección, luego de lo cual se procede a su vuelco final.

Los lodos semilíquidos provenientes del barrido superficial de la pileta de flotación contienen más del 90% de su peso en agua. Para lograr las características de sólidos paleables, son derivados a otro contenedor (contiguo al primer contenedor) acondicionado para realizar el espesamiento de los mismos. Aquí, se realiza la decantación del agua y su extracción mediante sucesivas purgas de la misma. El agua de las purgas es retornada por medio del sistema de tuberías al ecualizador y luego a la pileta de flotación del sistema de tratamiento.

Una vez espesados los lodos, son recolectados para su disposición final. El excedente de líquidos ya tratados y clorados es derivado al desagüe pluvial habilitado. Previa a la descarga se realizan los análisis correspondientes de los parámetros que deben ser sometidos a control según la Resolución 1089/82.

A continuación, se presenta un esquema del funcionamiento del sistema DAF.

Figura 5.5: Esquema sistema de flotación por aire disuelto DAF



Fuente: Sy NERTECH-Water Resourcer

Imagen 5.3: Tratamiento de efluentes líquidos de la planta en estudio



Fuente: Imágenes tomadas en el lugar

5.2.4.1 Plan de muestreo y análisis de datos

El plan de muestreo es el instrumento que permite garantizar que las aguas residuales liberadas cumplan con los estándares ambientales y no causen daños al medio ambiente o a la salud pública, además de establecer los procedimientos para la selección de los puntos de muestreo de los efluentes asegurando la calidad de los datos y custodia de las muestras con la finalidad de determinar la calidad y composición de las mismas.

En el plan se identifica el tipo de muestreo, los puntos de extracción, los parámetros a examinar, para determinar las características del efluente mediante los análisis fisicoquímicos, y a su vez cumplir los parámetros de vuelco de acuerdo a la normativa vigente.

El plan de muestreo de la planta en estudio consiste en:

- Se realizan análisis mensuales para el control interno de la planta de tratamiento de efluentes, con el objetivo de garantizar la calidad del efluente previo a su

vertido final al desagüe pluvial a cielo abierto, asegurando además el cumplimiento de la normativa vigente.

- Análisis anuales a pedido de la Municipalidad de Santa Fe cada vez que se gestiona el trámite de actualización del permiso precario de vuelco, lo que corresponde una vez al año.

Los puntos de muestreo corresponden a la entrada y salida de los procesos involucrados en el sistema de tratamiento de efluentes líquidos, ya que permiten determinar las características y la carga contaminante del efluente en distintos estados. En este caso, se evalúan las condiciones del efluente generado durante la limpieza de la planta y los equipos, donde se produce el arrastre de materia grasa y detergentes, así como el efluente tratado, previo a su vertido al desagüe pluvial habilitado.

El muestreo se realiza de forma puntual, dado que el punto con mayor variabilidad corresponde al ingreso a la planta de tratamiento. No obstante, se considera que la planta cuenta con un ecualizador que homogeneiza el efluente antes de su ingreso al proceso de tratamiento. Las muestras puntuales se obtienen de dos sitios específicos, que se detallan a continuación:

Tabla 5.13: Puntos de muestreo de la planta en estudio

PUNTO DE MUESTREO	MUESTRA
Efluente crudo en la salida del tanque ecualizador (o ingreso a la planta de tratamiento de efluentes-mezcla homogénea)	M1
Salida del clorinador (previo al vuelco)	M2

Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo del estudio y el trabajo de campo no se implementó un plan de muestreo propio, por lo que no se tomaron muestras directamente. Sin embargo, los resultados presentados a continuación fueron proporcionados por la planta, con el fin de ser analizados y comparados con la normativa ambiental vigente.

Los parámetros fisicoquímicos a analizar para determinar la calidad del efluente son los siguientes:

- Aceites minerales
- DBO
- DQO

- Fenoles
- Materia en suspensión total
- Ph
- Sólidos sedimentables 10'
- Sulfuros
- Grasas polares

Para este estudio se toman de referencia los análisis del tipo mensual, realizados en el mes de junio del presente año.

En la provincia de Santa Fe, los valores máximos permitidos para los distintos parámetros de contaminación en los efluentes líquidos provenientes de establecimientos industriales están regulados por la Resolución N° 1.089/82, conocida como Reglamento para el Control de Vertidos de Líquidos Residuales. Este reglamento establece las condiciones que deben cumplir los efluentes para garantizar que el vertido a los cuerpos receptores se realice dentro de los límites aceptables establecidos por la normativa vigente en la provincia.

Tabla 5.14: Análisis mensual de la planta en estudio. Mes de junio 2025

PARÁMETROS ANALIZADOS	VALOR	VALOR	UNIDAD	RESOLUCION 1089/82
	M1*	M2*		
Aceites minerales	<10	<10	mg/L	< a 10 mg/l.
DBO	8979	1010	mg/L	50 mg/l.
DQO	19500	2410	mg/L	75mg/l.
Fenoles	1,63	0,49	mg/L	0,05 mg/l.
Sustancias solubles en éter etílico: grasas polares.	3587	<10	mg/L	100 mg/l.
Materia en suspensión total	4310	<20	mg/L	30 mg/l
pH	5,93	5,84		5,5 y 10,0
Sólidos sedimentables 10'	4	<0,2	mg/L	< a 0,5 ml/l
Sulfuro	4,04	2,57	mg/L	< a 1 mg/l.

Fuente: Elaboración propia

*M1: Efluente crudo en la salida del tanque equalizador (o ingreso a planta de tratamiento).

*M2: Salida del clorinador (Previo al vuelco a canal pluvial abierto).

5.2.4.2 Conclusiones de los análisis fisicoquímicos

Como se mencionó anteriormente, la Resolución 1089/82 establece las condiciones físicas y químicas que deben cumplir los efluentes para su descarga en cuerpos receptores. En el caso de la planta bajo estudio, se aplica lo establecido en el Título C, que regula el vertido a conductos pluviales abiertos o a cursos de agua superficiales.

En este sentido, los valores máximos permitidos para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) son de 50 mg/L y 75 mg/L, respectivamente. Sin embargo, se observa que estos parámetros superan considerablemente los límites establecidos, incluso en la salida del clorinador, antes del vuelco final. Asimismo, los valores de fenoles y sulfuros detectados en el efluente exceden los niveles permitidos por la normativa.

Por otro lado, el pH registrado oscila entre 5,5 y 10, por lo que los valores obtenidos en los análisis se encuentran dentro de los rangos permitidos. De igual forma, los parámetros de materia total en suspensión y sólidos sedimentables se hallan dentro de las referencias normativas vigentes.

Respecto al parámetro de solubles en éter etílico, que corresponde a grasas polares o grasas totales, los valores están dentro de los límites permitidos por la legislación. La empresa utiliza este parámetro como referencia para monitorear el funcionamiento y la eficiencia del sistema de flotación por aire disuelto (DAF), ya que las fluctuaciones en estos valores indican la necesidad de realizar ajustes para mantener el proceso dentro de los estándares requeridos.

5.2.5 Emisiones gaseosas y ruido

Como se mencionó en apartados anteriores, las industrias de renderizado de subproductos de origen animal se caracterizan por emisiones gaseosas responsables de la generación de olores. Estas emisiones están comúnmente asociadas a los gases y vapores producidos durante los procesos de cocción y fusión, las centrifugadoras, la acumulación de líquidos en los equipos, así como al lavado de equipos o de materiales derramados antes de la limpieza.

En este caso, la planta cuenta con un sistema lavador de vahos, cuya función es condensar y depurar los vapores generados, minimizando así la emanación de olores. Los líquidos

resultantes del proceso de lavado de vapores son conducidos a la planta de tratamiento de efluentes, junto con los líquidos generados durante la limpieza general de las instalaciones, la fracción de grasa condensada es recuperada. El control de las emisiones de gases de combustión y material particulado provenientes de la caldera, utilizada para la generación de vapor, se realiza mediante un sistema de filtro tipo manga.

El ruido constituye uno de los contaminantes laborales más frecuentes, dado que los trabajadores se encuentran expuestos diariamente a niveles sonoros que pueden resultar perjudiciales para su audición, además de causar otros efectos negativos sobre su salud. Se define la dosis de ruido como la cantidad de energía sonora que un trabajador puede recibir durante la jornada laboral, determinada no solo por el nivel sonoro continuo equivalente al que está expuesto, sino también por la duración de dicha exposición. Por tanto, el potencial de daño auditivo causado por el ruido depende tanto de su intensidad como de su tiempo de exposición.

Los análisis realizados en la planta corresponden a mediciones de ruido en el ambiente laboral, el mes de junio de 2025 efectuadas durante períodos de 2 y 3 horas en turnos habituales de trabajo, con los equipos y máquinas funcionando en condiciones normales. En la Tabla 5.11 se presentan los resultados de estos análisis. En cuanto al ruido ambiente fuera del área de producción y generación de vapor, considerando la ubicación de la planta y los resultados obtenidos en las encuestas, se observa que los vecinos no perciben niveles significativos de ruido ni lo consideran una fuente de molestia.

Tabla 5.11: Análisis de ruido de la planta en estudio. Junio 2025

PUNTOS DE MEDICIÓN	SECTOR	PUESTO	TIEMPO DE EXPOSICIÓN DEL TRABAJADOR	TIEMPO DE INTEGRACIÓN (TIEMPO DE MEDICIÓN)	NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA INTEGRADO LAeq,T	CUMPLE CON LOS VALORES DE EXPOSICIÓN DIARIA PERMITIDOS? (SI/NO)
1	Envasado	Envasador	8 horas	2 horas	89,3 decibeles	NO
2	Envasado	Envasador	8 horas	2 horas	93,6 decibeles	NO
3	Sala de harinas	Emplanillado	8 horas	2 horas	85,8 decibeles	NO
4	Sala de harinas	Emplanillado	8 horas	3 horas	86,7 decibeles	NO
5	Producción	Centrifugado	8 horas	2 horas	100,8 decibeles	NO
6	Producción	Centrifugado	8 horas	2 horas	101,6 decibeles	NO
7	Mantenimiento	Agujereadora de banco	8 horas	2 horas	94,9 decibeles	NO

Fuente: Elaboración propia en base a análisis de ruido suministrados por la planta en estudio

La medición del nivel de ruido en el ambiente laboral se encuentra regulada por la Resolución N° 85/2012, en concordancia con la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 y su normativa complementaria. Esta resolución establece los valores límites permitidos para el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) en los distintos entornos laborales.

En todos los puntos de medición realizados en la planta bajo estudio, se registraron valores de NSCE superiores a los 85 dBA, que es el límite máximo legalmente permitido para una jornada laboral de 8 horas. Estos valores fueron detectados en todos los puestos de trabajo evaluados, lo que indica la necesidad de implementar medidas de mitigación o protección auditiva para los trabajadores expuestos.

5.2.6. Otros datos de la planta

5.2.6.1 Operaciones auxiliares para el funcionamiento de la planta

Son aquellas actividades que, aunque no forman parte del proceso principal de producción, son esenciales para el funcionamiento eficiente y seguro de la planta. Estas operaciones brindan soporte a las actividades principales y contribuyen al correcto desarrollo del proceso productivo, la seguridad, la calidad y la eficiencia general de la empresa.

Para la generación de vapor, utilizada en el proceso, se utiliza caldera recipiente sometido a presión con fuego. Es manejada por un operador foguista matriculado, el que también realiza los controles y ajustes en el tratamiento de agua, como así de la limpieza del lado fuego y la sala de calderas.

El tratamiento de agua de alimentación previo al ingreso de la caldera se realiza por medio de un ablandador de agua. El equipo cuenta con todos los elementos de seguridad, manómetro, presostatos, bombas de alimentación y sistema de alarma sonora y lumínica, válvulas de seguridad.

Para la alimentación de la caldera, como combustible se utiliza aceite usado para automóviles. Llega a la planta en tambores de 200 litros y se almacena en cisterna para tal fin, en la parte posterior de la sala de máquinas.

El sistema de refrigeración de la planta cumple una función esencial en el mantenimiento de temperaturas controladas en espacios cerrados como son las cámaras de frío, con el objetivo de preservar productos, alimentos y otros materiales sensibles a las variaciones

térmicas. Este proceso es fundamental en diversas etapas de la industria alimentaria, ya que asegura la calidad de la materia prima y de los productos elaborados.

La planta cuenta con los siguientes equipos que conforman su sistema de refrigeración, todos ellos con su respectiva habilitación, cuando corresponde:

- Recibidor de líquido, marca VMC Refrigeración S.A., ubicado en la sala de compresores NH_3 .
- Separador de aceite, marca VMC Refrigeración S.A., también ubicado en la sala de compresores NH_3 .
- Dos separadores de líquido, ubicados en el entretecho de las instalaciones (marca no identificada).
- Tanque de agua presurizado, también de marca desconocida.

Imagen 5.4: Equipos para funcionamiento de la planta en estudio



Caldera, intercambiador de aceite y equipos de frío.



Depósito de aire, depósito de aceite y sala de mantenimiento.



Fuente: Imágenes tomadas en el lugar

5.2.7 Operaciones de almacenamiento

Respecto a la materia prima, se almacenan provisoriamente en cámara de frío hasta que ingresa al sector productivo. Los productos elaborados se almacenan en el sector contiguo a la sala de envasado.

Imagen 5.5: Almacenamiento de materia prima de la planta en estudio



Fuente: Imágenes tomadas en el lugar

Imagen 5.6: Almacenamiento de productos elaborados



Fuente: Imágenes tomadas en el lugar

Imagen 5.7: Almacenamiento envases vacíos reutilizables



Fuente: Imágenes tomadas en el lugar

Capítulo VI

6- Alternativas de solución y plan de gestión

6.1 Alternativas de solución o mejoras para el tratamiento de efluentes líquidos

En este apartado se propondrán alternativas de soluciones y medidas de prevención y manejo para tratar los efectos ambientales importantes que se han identificado durante el desarrollo del presente estudio y de las charlas con el personal de la planta en estudio. Ellos son:

- Generación de efluentes líquidos con altas concentraciones de DBO y DQO que no logran cumplir con los parámetros exigidos por la normativa ambiental Resolución 1089/82 luego del tratamiento actual.
- Olores.
- Ruidos en ambiente laboral

Respecto los efectos ambientales: olores y ruidos, se considerarán como posibles soluciones o mejoras las medidas técnicas de prevención, mitigación y control planteadas en el Plan de Protección Ambiental que forma parte del siguiente punto 6.2

En cuanto a gestión de los efluentes líquidos se presentan dos alternativas de soluciones posibles, una de ellas, readecuando el tratamiento actual con la incorporación de mejoras, y la otra, utilizando un nuevo método como se muestra en el Punto 6.1. Cabe aclarar que no se realizan cálculos referentes a cada una de las alternativas, pero si un análisis completo de funcionamiento considerando la eficiencia, beneficios y su factibilidad.

Para las siguientes propuestas es necesario considerar que el consumo de agua diario corresponde a un total de $45\text{m}^3/\text{día}$, de ese total, se utilizan aproximadamente $11\text{m}^3/\text{día}$ para uso de la caldera, $15\text{m}^3/\text{día}$ lavado de planta y el resto en ablandador y condensadores.

Los líquidos que merecen tratamiento corresponden al agua destinada al lavado de la planta y equipos, como así también del lavador de vahos que forma parte del proceso productivo, por lo que se estima un caudal de: $15\text{m}^3/\text{día}$ por día de producción.

El tratamiento primario y los procesos fisicoquímicos no siempre son suficientes para gestionar este tipo de efluentes, los valores obtenidos de los análisis muestran que los

parámetros principalmente de DBO y DQO bajan considerablemente lo que significa que el tratamiento resulta, pero no es suficiente, cumplió su capacidad de eficiencia por lo aún no llegan a cumplir con las exigencias ambientales para la disposición a ese tipo de desagüe.

En cualquiera de las alternativas se utiliza como **pretratamiento** la ecualización para mantener un caudal estable de efluentes líquidos con el posterior agregado de coagulantes para acelerar el proceso de separación posterior.

Para el desarrollo de ambas propuestas se cuenta con espacio físico disponible en el sector ya sea para la mejora del tratamiento actual o la nueva planta modular.

Alternativa 1: mejorar el sistema actual, incorporando tratamiento biológico para eliminar los compuestos orgánicos. Se propone la **bioflotación**, un término utilizado para la combinación de dos tecnologías, una biológica (reactor biológico) y una físico-química, (DAF) más la desinfección.

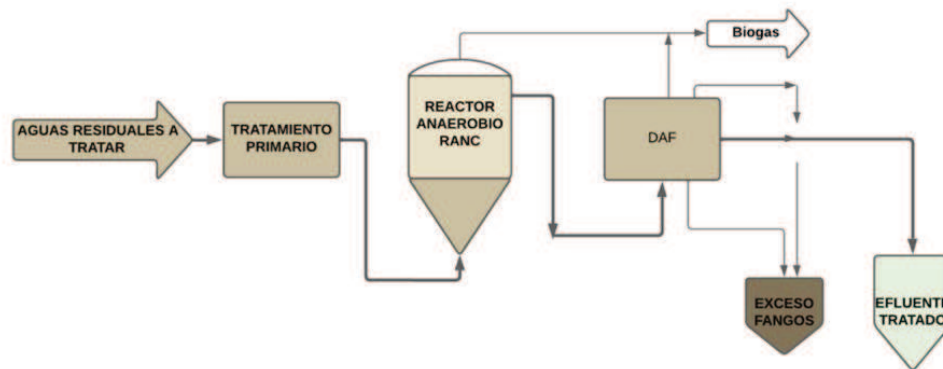
Para hacer uso del sistema DAF con el que cuenta la industria en estudio se propone como **tratamiento primario** un reactor-digestor biológico anaerobio de contacto, con flujo ascendente, que opera en ausencia de oxígeno a bajas cargas volumétricas.

Los líquidos del tanque ecualizador serán bombeados al digestor anaeróbico donde se lleva a cabo el tratamiento biológico (eliminación de la materia orgánica y nutrientes contenidos en el agua residual mediante la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno). Luego de la depuración biológica se deriva al sistema DAF para separar los restos de sólidos en suspensión. Los barros recolectados son derivados disposición final mediante tratador y operador registrado (según Figura 6.1: llamados fangos en exceso).

En el proceso anaerobio la producción de barros es mínima. Respecto al biogás que genera se puede incorporar una cubierta estanca a fin de recolectarlo y reutilizarlo.

En caso de no alcanzar la reducción de la DBO y DQO deseada en el reactor anaerobio, puede disponerse a continuación un sistema de depuración biológica aerobio, puede ser de menor tamaño y bajo consumo considerando que la mayor parte se elimina en el reactor anaeróbico.

Figura 6.1: Esquema tratamiento de aguas residuales



Fuente: SIGMA Water Group

Ventajas del sistema bioflotación:

- Bajo consumo de energía, no se debe aportar oxígeno para la degradación biológica.
- Generación de biogás, puede ser utilizado para generar energía.
- Posee alto rendimiento.
- Ocupa poco espacio.
- Produce pocos barros.

Tabla 6.1: ventajas de tratamiento anaeróbico en términos de rendimiento, consumos y producción de residuos respecto al aeróbico

Tratamiento biológico	DQO en entrada (mg/l)	DQO en salida (mg/l)	Energía	Barros (fangos en exceso) (kg)
Aerobio	1kg	0,1 kg	Consumo 1kw	0,6
Anaerobio	1kg	0,1 kg	Produce 0,3 m ³ de CH ₄	0,1

Fuente: SIGMA Water Group

Alternativa 2: Biorreactor de membrana. Reemplazo del sistema actual.

Los sistemas MBR (biorreactor de membrana) son un tipo de tratamiento de aguas residuales que combina procesos biológicos con procesos físicos de filtración por membrana. El proceso biológico consiste en utilizar microorganismos suspendidos en el efluente residual (biomasa o lodos activados) para descomponer la materia orgánica

mientras que la etapa de filtración por membrana separa el agua tratada de los sólidos y los microorganismos.

Esta tecnología se está imponiendo como tratamiento secundario, y como terciario porque utiliza la ultrafiltración lo que permite obtener un agua residual más limpia y si además se le suma un último tratamiento de clarificado se puede reutilizar el agua para limpieza o riego.

Funcionamiento de un biorreactor de membrana

Dentro del reactor, el sistema de aireación proporciona oxígeno al medio acuoso. Bajo estas condiciones, los microorganismos degradan y eliminan la materia orgánica presente en el agua residual. El sistema de aireación, además de proporcionar oxígeno, permite mantener el reactor en condiciones de mezcla homogénea.

Es muy importante no introducir grasas y aceites en este tipo de reactores, por lo que aplica el pretratamiento mencionado.

Las membranas están ubicadas verticalmente en la cámara de aireación, sumergidas dentro de la mezcla (agua y sólidos que componen la biomasa) lo que hace que ésta, esté directamente en contacto con las membranas y la clarificación se efectúa de forma simultánea. Las membranas succionan el agua residual por medio de una bomba centrífuga auto-aspirante.

Desde la parte inferior de las membranas se introduce aire en el contenedor, el cual mantiene en movimiento la biomasa para evitar la formación de una capa de microorganismos que bloquee la membrana. Una bomba de permeado extrae continuamente el agua depurada en la parte interior de la membrana.

Tras la separación sólido-líquido llevada a cabo en las membranas, los contaminantes que estén presentes y que sean de bajo peso molecular se envían a un tanque de almacenamiento, mientras que los sólidos son enviados de nuevo (reciclados recirculados) a la zona de aireación.

En el paso del agua residual a través de la membrana, tiene lugar la separación física del agua y la biomasa.

El permeado, que consta de agua, sales y sustancias no biodegradables de bajo peso molecular, sale del sistema por la parte superior de las membranas.

El concentrado, conformado por la biomasa y las sustancias orgánicas de mayor peso molecular, queda retenido y permanece dentro del reactor para continuar con la degradación biológica.

La generación de lodos de este tipo de reactores es mínima y requiere de purgas puntuales. En aquellos escenarios en los que exista una elevada concentración de nitrógeno y/o se generen nitratos, o algún otro por encima de los límites de vertido, se puede modificar el sistema MBR con una pre-cámara anóxica. Esta configuración permite la eliminación simultánea de DQO y demás contaminantes.

Los difusores o sistemas de aireación son una parte imprescindible para el correcto funcionamiento de un reactor biológico. Estos sistemas permiten la introducción de aire, y por tanto de oxígeno, dentro del reactor en forma de finas burbujas. Este tamaño de burbuja favorece el área de contacto del aire con la biomasa, que utiliza oxígeno, y la eficiencia de degradación de la materia orgánica. Además, esta inyección de burbujas permite una agitación homogénea de la mezcla, sin perturbar o romper a los microorganismos. Por tanto, la eficiencia del tratamiento del agua residual depende directamente de la eficiencia de los difusores y su correcto diseño e instalación.

El correcto mantenimiento y limpieza de las membranas en el interior del birreactor es imprescindible para garantizar la máxima eficiencia y rendimiento del sistema MBR.

Antes de decidir qué sistema de lavado es el más adecuado, es importante conocer cuál es la velocidad y el tipo de suciedad que se dan en el birreactor de membranas. Algunos de los factores que influyen son las características de la membrana (material, configuración, tamaño y distribución de los poros), las condiciones de operación (flujo de permeado, flujo cruzado, aireación y tiempo de retención) y las propiedades de la biomasa (viscosidad, temperatura, oxígeno disuelto, propiedad del floculo, tamaños, etc.). El birreactor puede incluir diferentes cámaras dependiendo de la necesidad como, por ejemplo, cámara de homogeneización, cámara anóxica, cámara de aireación y membranas, equipamiento completo instalado, desbaste y tamizado opcionales. En este caso, tanto la cámara de homogeneización y desbaste se utilizan los que ya posee la industria, pero también, pero se puede utilizar la tecnología completa.

Las ventajas presentan este sistema:

- Mayor rendimiento en la eliminación de materia orgánica.
- Volumen y espacios reducidos.

- Se puede adquirir completamente montados y listos para operar en el interior de una estructura compacta. Son sistemas modulares prefabricados que se instalan rápidamente.
- Reducción de costos de la planta
- Simplificación de la Ingeniería necesaria
- Reducción del montaje
- Simplificación de la puesta en marcha
- Al instalar un proceso de filtración por membranas junto a un reactor de lodos activos se obtiene un mayor rendimiento en la eliminación de materia orgánica
- Tratamiento sencillo. La gestión de proceso es simple y económica gracias a que no se produce sedimentación en la cuba biológica.
- Resistencia a los agentes oxidantes
- Sencillez de operación, ya que el operador sólo debe controlar el funcionamiento de la bomba de permeado y recirculación y las presiones de trabajo. Los parámetros de trabajo se controlan con un PLC que tiene la posibilidad de realizar conexiones remotas vía modem.
- Estabilidad y flexibilidad
- Estandarización
- Se obtiene un agua depurada de muy alta calidad, siendo posible su reutilización en numerosos procesos de producción industrial.
- La calidad del agua de salida es mayor y se mantiene constante.

Se propone también, instalar rejillas de desbaste y tamizado previo ingreso al homogeneizador para evitar el ingreso de partículas y restos de grasas que pueden ser retirados en seco mediante la limpieza de piso y equipos y evitar aumentar la carga.

Como acción complementaria, limpiar y reacondicionar la cámara de aforo y muestreo luego del clorinado.

Y realizar limpieza y mantenimiento periódico de todas las rejillas y cámaras.

Realizar una limpieza completa del equalizador ya que después de tiempo de uso también se acumula y deposita suciedad que arrastra la limpieza de los pisos o restos que puedan quedar en las tuberías.

Imagen 6.1: Opciones de rejas de desbaste y tamizado de limpieza manual



Fuente: Esmotec Gestión de Proyectos.

Tabla 6.2: Eficiencia de un biorreactor de membrana

Parámetro	Entrada	Salida	Rendimiento
DQO (mg/L)	<600	<40	93%
DBO (mg/L)	<300	<10	97%
SST (mg/L)	<300	<2	99%
Aceites y grasas (mg/L)	<50	<1	98%

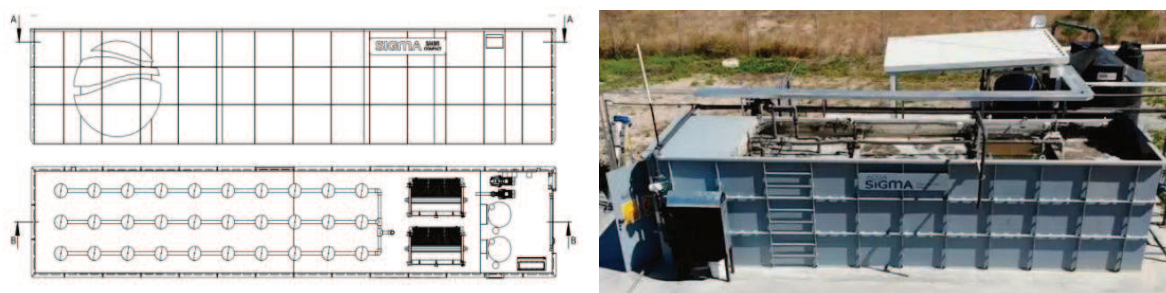
Fuente: SIGMA Water Group.

Tabla 6.2: Información técnica de un birreactor de membrana

Tipo	Capacidad Hidráulica (m3/día)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Unidad de membranas (m3)	Peso vacío (kg)	Peso lleno (kg)
MBR	50	11000	2150	2200	60	4500	30000
MBR	100	11000	2150	2200	120	4500	30000

Fuente: SIGMA Water Group.

Figura 6.2: Esquema e imagen de birreactor de membrana



Fuente: SIGMA Water Group

Tabla 6.3: Comparación de ambas alternativas

Ventajas	Alternativa 1	Alternativa 2
Consumo energía	Bajo consumo	Alto consumo
Biogás	Genera biogás	No genera biogás
Rendimiento	Alto rendimiento	Alto rendimiento
Ocupación del espacio	Medio- ocupa poco espacio pero se suma a la instalación existente	Reducido. Sistema montado. Estructura compacta. Sistema modular
Calidad de los líquidos tratados	Calidad media.	Mayor calidad. Se mantiene constante
Producción de barros	Pocos barros	Mínima cantidad de barros.
Operación del sistema	Simple, pero en etapas controladas. Operaciones independientes y manuales.	Sencilla. Posibilidad de control vía modem.
Mantenimiento y control	Inspecciones periódicas y limpieza manual	Limpieza de las membranas y control automatizado.

Fuente: Elaboración propia

6.2 Plan de gestión ambiental

Se entiende por plan de gestión ambiental al conjunto de las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos de autorregulación y los recursos propuestos por el titular de una actividad para prevenir, mitigar, remediar o compensar impactos negativos sobre el ambiente.

El objetivo general del presente plan es brindar un instrumento para prevenir, corregir o compensar efectos y riesgos ambientales e impactos negativos que puedan generarse

durante el normal funcionamiento de la planta o bien considerarlo como una guía de buenas prácticas ambientales generales a través de cambios en los modos de actuación y en la organización de los procesos y actividades.

El plan se materializa mediante un conjunto de programas, procesos o acciones. Muchas de ellas se tratan de prácticas muy útiles por su simplicidad y bajo costo, así como por los rápidos y llamativos resultados que se obtienen. Sin embargo, su aplicación requiere ante todo cambios en la actitud del personal y en la organización de las operaciones.

Estas prácticas están orientadas específicamente a la:

- Reducción del uso de recursos naturales (agua, energía y materiales).
- Mejora en la eficiencia del uso de dichos recursos.
- Disminución de la generación de vertidos, residuos y emisiones.
- Correcta gestión de los vertidos, residuos y emisiones.

El **plan** se compone de:

- Programa de gestión de efluentes líquidos industriales y cuidado del recurso agua.
- Programa de gestión de residuos industriales peligrosos y no peligrosos y asimilables a urbanos.
- Programa de protección de calidad del aire.
- Programa de protección de la calidad de suelo.
- Programa de protección de la calidad y uso del agua.
- Programa de capacitación.
- Programa de contingencias y gerenciamiento del riesgo.

Las actividades involucradas en un programa son aquellas que apuntan a evitar la generación de cargas hidráulicas y contaminantes más allá de lo estrictamente indispensable, por lo tanto, guardan relación con la conservación de agua y energía y la optimización de los procesos y operaciones.

6. 2.1 Programa gestión de efluentes líquidos industriales y cuidado del recurso agua

Carácter: Preventivo y de mitigación.

Objetivo: asegurar una adecuada gestión de los efluentes líquidos generados por las actividades de la industria y cuidado del agua.

- Cumplir con los parámetros de vuelco.

- Disminuir el volumen de efluentes generados que van a la planta de tratamientos.
- Reducción en el consumo de agua.
- Ahorro en el tratamiento de efluentes (menos energía, menor uso de insumos).
- Reducción de costos operativos.

Descripción: *refiere* al consumo de agua que utiliza la planta para todas sus actividades, tanto para el proceso productivo como para lavado, y generación de vapor, baños y oficinas. Dicho consumo de agua se traduce en la generación de efluentes líquidos de la industria. Éstos, están compuestos por grandes cantidades de materia grasa y restos de detergentes del lavado, con un caudal de 15m³/día, por lo que a mayor consumo de agua para lavado y limpieza mayor volumen a tratar en la planta.

Área de aplicación:

- Generación de vapor para caldera.
- Uso doméstico: baños.
- Proceso productivo.
- Lavado y limpieza de la planta: lavado de equipos, elementos de trabajo, piso, exteriores.
- Planta de tratamiento de efluentes líquidos.

Medidas de prevención.

En cuanto al consumo agua:

- Para lavado de piso y exteriores de equipos se recomienda equipar las mangueras con válvulas o pistolas de corte para reducir las pérdidas de agua cuando estas no estén en uso.
- Retirar los residuos sólidos de las mesas de trabajo, previo al lavado.
- Instalar llaves con temporizador en las zonas de servicios múltiples, a fin de eliminar la posibilidad de dejarlas abiertas.
- Uso moderado de elementos químicos de limpieza. Preferentemente utilizar aquellos que sean biodegradables.
- No dejar abiertas las llaves de agua mientras se está en servicio y no se utilizan.
- Utilizar el agua justa en los diferentes lavados.
- Mantener sistema CIP para todos los lavados de equipos.

En cuanto a los efluentes líquidos.

- Operar de manera eficiente el sistema de tratamiento de los líquidos.
- Instalación de rejillas para retención de grasas y sólidos.
- Realizar la revisión periódica de parámetros (análisis)
- Declaración de zonas de operación en seco, a fin de que cualquier pérdida que llegue al piso sea tratada como residuo sólido y no arrastrado con el agua.

Medidas de mitigación:

En cuanto al consumo de agua:

- Implementar programa de seguimiento de consumo de agua a través de la instalación de contadores.
- Utilización de líneas con agua-burbujas de aire.
- Reutilizar el agua de lavado de camiones para lavado de pisos exteriores.
- Monitorear la calidad del agua de manera periódica a través del plan de control y monitoreo.

En cuanto a los efluentes líquidos:

- Mantenimiento y limpieza de estructuras de aguas servidas a través de trampas de grasas.
- Crear operaciones y procedimientos de limpieza por escrito y al alcance de todo el personal.
- Monitorear la calidad del efluente de manera periódica a través del plan de control y monitoreo.

Medidas de corrección:

En cuanto al consumo de agua:

- Instalar controles de nivel de líquidos con detección automática de bombas, alarmas, etc.
- Colocación de sensores de corte (mecánicos o eléctricos) en lavado de manos y botas.
- Identificar y reparar fugas de agua detectadas.
- Utilizar bombas presurizadas o hidrolavadoras para la limpieza de camiones que ingresan con materia prima en caso de realizarlo en la planta, de ser así, lavar los camiones en sentido descendente (de arriba hacia abajo) para ahorrar agua.

En cuanto a los efluentes líquidos:

- Realizar mantenimientos continuos y periódico de las rejillas y cámaras.
- Desarrollo de programas de capacitaciones a todos los empleados relacionados al cuidado del agua y la gestión de los efluentes.
- Normalización de operaciones de limpieza con productos biodegradables y utilizando picos dosificadores.
- Controlar periódicamente el contenedor donde se depositan los barros hasta su envío a disposición final.

Duración: durante todo el funcionamiento de la industria.

Monitoreo y control: análisis de parámetros químicos y control del funcionamiento correcto la planta de tratamiento de efluentes.

Frecuencia del monitoreo: mensual.

Resultados esperados: disminución del consumo de agua, disminución de líquidos derivados a la planta de tratamiento, mejoras en los parámetros de los efluentes.

Responsable de la ejecución: personal encargado de mantenimiento y de la planta de tratamiento de efluentes líquidos.

Normativa de referencia: Resolución N°1089/89.

6.2.2 Programa gestión de residuos industriales peligrosos y no peligrosos y asimilables a urbanos

Carácter: Preventivo y de mitigación.

Objetivo: asegurar una adecuada gestión de los residuos generados por las actividades de la industria.

- Gestionar correctamente todos los residuos generados en la planta.
- Dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente: Resolución N°128/2004, Resolución N° 2151/14 y Decreto N°1844/02.
- Evitar la contaminación del suelo, del aire y del agua.
- Optimizar los recursos y reciclar todo lo que se pueda.

Área de aplicación:

- Sala de máquinas y equipos. Sector calderas.
- Cocina y baños.

- Oficina.
- Proceso productivo.
- Lavado y limpieza de la planta: lavado de equipos, elementos de trabajo, piso, exteriores.

Descripción: refiere a todos los residuos generados por el proceso productivo y por el normal funcionamiento de la planta.

Residuos asimilables a urbanos: según Resolución 128/04: restos de cocina: yerba, restos de comida, servilletas sucias, restos de oficinas, cartón y papel.

Residuos no peligrosos industriales o de actividades de servicio: según Resolución N° 2151/14, residuos sometidos a control en la planta:

- NP 01: barro que se genera del tratamiento de los efluentes líquidos en la planta de tratamiento, no contiene residuos peligrosos.
- NP027: materiales plásticos. El material plástico generado en la planta refiere al packaging de insumos, cartones y plásticos del embalaje.

Residuos peligrosos: según Decreto 1844/02: Las categorías sometidas a control en la planta son:

- Y08: Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- Y09: Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
- Y12: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
- Y48: materiales y/o elementos diversos contaminados con alguno o algunos de los residuos peligrosos.

Solo refiere a los tambores de aceite en los cuales llega el combustible de la caldera, trapos sucios, y elementos de limpieza que estén contaminados con aceites minerales que se utilizan en la sala de máquinas y sala de caldera.

Medidas de prevención

- Disponer cestos de residuos rotulados y con tapa según tipo de residuos.
- Residuos no peligrosos industriales: continuar con el envío a tratadores y operadores inscriptos en el Registro provincial de tratadores y operadores de

residuos no peligrosos industriales o de actividades de servicio, como lo es la Comuna de Franck, Santa Fe o cualquier otro operador registrado.

- Previo a la limpieza en el sector productivo, realizar el barrido de los sólidos y disponerlos en los cestos correspondientes para evitar que entren en contacto con los líquidos.
- Mantener limpios los residuos reciclables. Evitar el contacto con los demás residuos, no deben contener restos de alimentos ni otro tipo de suciedad.
- Residuos peligrosos: se debe tener especial cuidado con esta categoría, continuar con el envío a disposición final mediante tratador y operador habilitado e inscripto en el registro de la Provincia.
- Disponer transitoriamente los residuos peligrosos en lugar indicado con piso de hormigón y con todos los cuidados necesarios hasta su retiro.

Medidas de mitigación:

- Siempre que sea posible, se debe priorizar el reciclaje y la reutilización de materiales, con el fin de evitar que estos se conviertan en residuos.

Medidas de corrección:

- Realizar capacitaciones continuas respecto a los tipos de residuos, cuidados e impactos que pueden generar.
- Generar instructivos de la gestión de residuos para dejarlos a la vista de todo el personal.
- No se permitirá la quema de ningún tipo de residuo.
- Mantener actualizados los registros y manifiestos de envíos a disposición final.

Duración: durante todo el funcionamiento de la industria.

Monitoreo y control: seguimiento de la separación y gestión de los residuos.

Frecuencia del monitoreo: diaria/mensual

Resultados esperados: gestión correcta de los residuos generados.

Responsable de la ejecución: encargado de planta y responsable de realizar las gestiones de acuerdo a cada categoría de residuos.

Normativa de referencia: Resolución N°128/2004, Resolución N° 2151/14 y Decreto N° 1844/02

6.2.3 Programa de protección de la calidad del aire.

Carácter: Preventivo y de mitigación.

Objetivo: reducir, prevenir y controlar las emisiones al ambiente para proteger la calidad del aire.

Impactos a prevenir o corregir: Alteración de la calidad del aire por generación e incremento de ruido y vibraciones por movimiento de camiones o vehículos con materia prima/insumos/productos elaborados y en área de producción. Alteración de la calidad del aire por emisiones de gases por funcionamiento de caldera. Afectación de la calidad del aire por Generación de polvo en suspensión.

Acciones: Circulación/recepción de camiones o vehículos con materia prima/insumos. Generación de residuos. Proceso productivo. Generación de vapor: funcionamiento de la caldera. Funcionamiento de la planta de tratamiento de efluentes líquidos.

Área de aplicación: toda la planta.

Ruido

Se identificarán todas las potenciales fuentes de ruido. Los parámetros que se medirán se basan en los criterios de selección establecidos en la legislación y en la norma IRAM 4062.

La generación de ruido está dada por los equipos del proceso productivo y equipos de frío, caldera, ventilación.

En cuanto a **ruido en ambiente laboral**, ruido no perjudicial se refiere a aquellos niveles que se encuentren por debajo de 85 dBA durante 8 horas diarias. Las áreas de trabajo que resulten con un rango de ruido de 85 dBA, o mayores, serán identificadas y documentadas.

Medidas de prevención:

- En cuanto a los vehículos y camiones que ingresan con materia prima o insumos, realizar control del correcto estado de los vehículos y maquinarias utilizados, con el objeto de evitar emisiones contaminantes (gases de combustión) superiores a las permitidas, y ruidos molestos.
- Se deberán implementar todas las recomendaciones y plan de conservación de la audición del sector de Higiene y seguridad y utilizar elementos de seguridad personal y rotaciones en sus puestos de trabajo.

- Realizar periódicamente mediciones de sonido en las áreas de trabajo utilizando un medidor de nivel de ruido y/o un dosímetro.
- Controlar y monitorear periódicamente los ruidos que se produzcan y prevenir la generación de ruidos que se encuentren por encima de los límites fijados por la normativa vigente en la materia.
- El control del ruido en el propio trabajador, utilizando protección de los oídos es, la forma más habitual, pero la menos eficaz, de controlar y combatir el ruido.

Medidas de mitigación y de corrección:

Uso de barreras

Una máquina que vibra en un piso duro es una fuente habitual de ruido. Si se colocan las máquinas que vibran sobre materiales amortiguadores disminuyen notablemente el problema.

- Si no se puede controlar el ruido en la fuente, puede ser necesario aislar la máquina, alzar barreras que disminuyan el sonido entre la fuente y el trabajador o aumentar la distancia entre el trabajador y la fuente. Tener en cuenta:
- si se coloca una barrera, ésta no debe estar en contacto con ninguna pieza de la máquina.
- en la barrera debe haber el número mínimo posible de orificios.
- las puertas de acceso y los orificios de los cables y tuberías deben ser rellenados.
- los paneles de las barreras aislantes deben ir forrados por dentro de material que absorba el sonido.
- se debe desviar el ruido de la zona de trabajo mediante un obstáculo que aísle del sonido o lo rechace.
- de ser posible, se deben utilizar materiales que absorban el sonido en las paredes, los suelos y los techos.

En su fuente:

Al igual que con otros tipos de exposición, la mejor manera de evitarlo es eliminar el Riesgo, por lo que combatir el ruido en su fuente es la mejor manera de controlar el ruido.

- impedir o disminuir el choque entre piezas.
- disminuir suavemente la velocidad entre los movimientos hacia adelante y hacia atrás.

- sustituir piezas de metal por piezas de plástico más silenciosas siempre que se pueda.
- aislar las piezas de la máquina que sean particularmente ruidosas.
- colocar silenciadores en las salidas de aire de las válvulas neumáticas.
- Poner en práctica medidas de acústica arquitectónica.
- Emplear maquinas poco ruidosas.
- Utilizar tecnología y métodos de trabajo, poco ruidosos.
- cambiar de tipo de bomba de los sistemas hidráulicos.
- colocar ventiladores más silenciosos o poner silenciadores en los conductos de los sistemas de ventilación.
- Delimitar las zonas de ruido y señalizarlas; debe estar separada de otras fuentes de ruido.
- poner amortiguadores en los motores eléctricos.
- poner silenciadores en las tomas de los compresores de aire.
- utilizar caucho blando o plástico para los impactos fuertes.
- disminuir la velocidad de las correas o bandas transportadoras.
- utilizar transportadoras de correa en lugar de las de rodillo.
- Los trabajadores deberán ser formados y capacitados para que se concentren en por qué y cómo proteger su propia capacidad auditiva dentro y fuera del trabajo. La formación y motivación son claves para que el uso de los protectores auditivos sea el adecuado.

Olores

En el proceso productivo, la recepción de materias primas y el funcionamiento normal de la planta de efluentes líquidos pueden generar emisiones gaseosas que se traducen en olores.

Medidas preventivas:

- Realizar una adecuada selección y conservación de los residuos del proceso, antes de enviarlos a la sala contigua para elaboración de harina.
- Almacenamiento en frío o al menos evitar calentamientos por la cercanía a las zonas de caldera y vapor, etc.
- Reducción de tiempos de almacenamiento y transporte.
- Adecuada limpieza de las instalaciones de descarga y almacenamiento

- Realizar el transporte en vehículos adecuados y de un modo más concreto con volquetes metálicos, rápidos, cerrados, lavables.
- Las molestias generadas por olores pueden darse en la planta de tratamiento de efluentes líquidos, aun en su normal funcionamiento, o por el mal manejo de los residuos, en caso de no poder llevar a cabo las propuestas de mejoras el enfoque debe estar orientado a prevención y buen manejo de los residuos.
- Mantener limpios los filtros mangas de control de particulado.
- Realizar mantenimiento periódico y limpieza de la caldera.

Medidas de mitigación:

- Las encuestas han mostrado que los olores no son significativos, pero en tal caso, la minimización de los olores puede generarse por la evaluación de la dirección de los vientos predominantes en las áreas de influencias y la colocación de cortinas forestales en lugares estratégicos en caso que se requiera.
- Respecto a las emisiones de material particulado y gases de combustión de la caldera (combustible: aceite), pensar a futuro el reemplazo del combustible utilizado por una alternativa más limpia como el gas natural o gas licuado.
- Realizar buena combustión de la caldera.

Medidas correctivas:

- Pensar a futuro el cambio del filtro actual por filtros de carbón activo para adsorción de olores y contaminantes.
- Realizar capacitaciones periódicas respecto a ruidos y emisiones, y medidas prevención y mitigación.

Duración: durante todo el funcionamiento de la planta.

Monitoreo y control: Realizar control, mantenimiento predictivo y preventivo de equipos y sistemas. Control de elementos de seguridad. Verificar las medidas planteadas, ajustarlas o modificarlas.

Frecuencia del monitoreo: quincenal

Resultados esperados: mediciones de niveles de ruido dentro de los valores permitidos, detección de olores

Responsable de la ejecución: encargado de mantenimiento.

Normativa de referencia: IRAM 4062-Resolución N° 201/04: Calidad del Aire.

6.2.4 Programa de protección de la calidad del agua.

Carácter: Preventivo y de mitigación.

Objetivo: proteger la calidad de las aguas.

Impactos a prevenir o corregir: Contaminación por derrames accidentales de aceite, incendios, generación de residuos y accidentes laborales, Afectación de aguas superficiales y subterráneas. Afectación de la calidad del suelo

Acciones: Provisión/adquisición/recepción de materiales e insumos, Circulación vehicular/maquinarias, Generación de residuos, Generación de efluentes líquidos

Área de aplicación: toda la planta

Aguas superficiales: La calidad del cuerpo receptor podrá verse afectada negativamente a causa de fallas en el sistema de tratamiento, vuelco fuera de normativa o ausencia de controles que impidan realizar las correcciones adecuadas.

Aguas subterráneas: El agua subterránea puede verse afectada negativamente a causa de las potenciales filtraciones en las cañerías de los efluentes, de la planta de tratamiento y derrames accidentales.

Medidas preventivas:

- En caso de que se realice el lavado de los vehículos afectados al traslado de materia prima se lavarán en sitios disponibles para dicha tarea; no se deberá realizar en ningún otro sitio.
- No se realizará el vertido a los desagües pluviales de cualquier tipo de líquidos o semilíquidos sin tratamiento previo que pudiera generarse.
- No se deberá realizar cualquier acción que pueda modificar la calidad del agua subterránea
- Con respecto a la posible contaminación del nivel freático: evitar vertidos de aceites y otros hidrocarburos (combustible de la caldera).
- En caso de obstrucciones o fallas en las cañerías que conducen a la planta de tratamiento de efluentes o destino final, contener dichos efluentes evitando el vuelco al desagüe pluvial, incorporar productos necesarios para estabilizarlos en caso de necesitarlos, para luego retornarlos a la planta nuevamente. Dar aviso a

producción para evitar el uso de agua en exceso para la limpieza de la planta y equipos.

Medidas de mitigación:

- Reúso del enjuague final del CIP
- Profundizar los análisis de autocontrol a realizar por la empresa, informar al encargado.

Medidas de corrección:

- Reparar o reemplazar todos los equipos y partes desgastadas u obsoletas incluyendo válvulas, fotingos y bombas, del ecualizador y del sistema DAF
- Mantener los desagües limpios verificándolos periódicamente.

Duración: durante todo el funcionamiento de la planta.

Monitoreo y control: Realizar mantenimiento predictivo y preventivo y controles de las tuberías, válvulas, y planta de tratamiento.

Frecuencia del monitoreo: Mensual.

Resultados esperados: cantidad de derrames de aceite y fugas detectadas, cantidad de accidentes y averías en la planta de tratamiento de fuentes

Responsable de la ejecución: encargado de mantenimiento y de la planta de tratamiento de efluentes.

Bibliografía de referencia: Ley N° 25.688 y Decreto N°2.707/02: Régimen de Gestión Ambiental de Agua.

6.2.5 Programa de protección de la calidad del suelo.

Carácter: Preventivo y de mitigación.

Objetivo: proteger calidad de suelo.

Impactos a prevenir o corregir: Generación de vibraciones. Contaminación por derrames accidentales, incendios, generación de residuos y accidentes laborales. Afectación de la calidad del suelo.

Acciones: Provisión/adquisición/recepción de materiales e insumos. Circulación vehicular/maquinarias. Limpieza general de la planta.

Área de aplicación: Exteriores y Tratamiento de efluentes líquidos.

- Podrían generarse contingencias extraordinarias de vuelco de material, productos peligrosos o materiales de limpieza durante la operación de la producción.
- El área de influencia de la planta de tratamiento de efluentes líquidos, el transporte de los líquidos hasta la planta podría resultar contaminados ante la pérdida o rotura de la cañería. Áreas en donde se almacenan los envases y tambores de aceite, materias primas e insumos.

Medidas de prevención:

- Realizar tareas de inspección y mantenimiento de las cañerías, conexiones y área de influencia de la planta a fin de evitar o detectar de manera temprana de las potenciales fugas de efluentes, por rotura de cañerías o filtraciones.
- Queda estrictamente prohibido tirar al suelo o realizar depósitos no controlados de sustancias, aceites, combustibles, etc.

Medidas de corrección:

- En caso de derrame accidental se deberá llevar adelante el procedimiento anti derrames en Plan de contingencias ambientales.
- Realizar capacitaciones a todo el personal respecto a protección de la calidad del suelo y actuaciones frente a pérdida o derrame.

Duración: toda la actividad de la industria.

Monitoreo y control: Realizar mantenimiento predictivo y preventivo y controles de las tuberías, válvulas, y planta de tratamiento y sitios de acopio de tambores con aceite y envases de materia prima.

Frecuencia del monitoreo: quincenal

Resultados esperados: cantidad de derrames, niveles de vibraciones permitidos, correcta gestión de residuos.

Responsable de la ejecución: personal de mantenimiento.

Normativa de referencia: Ley N° 10552 y Decreto Reglamentario N° 3445/92:

6.2.6 Programa de capacitación

Carácter: preventivo y de mitigación.

Objetivo: capacitación técnica dirigida al personal de obra responsable de las diferentes actividades de la industria y de las medidas de prevención, mitigación y corrección. Concientizar sobre el rol en cuanto a la protección y conservación del ambiente, impactos negativos y positivos, responsabilidades, procedimientos, etc

Este programa establece los lineamientos principales para la implementación de las capacitación que permitan y aseguren que el personal que desarrolle tareas cuente con las competencias y conocimientos mínimos en cuestiones de medio ambiente.

A su vez, se pretende:

- Que el personal conozca y comprenda el alcance de sus obligaciones y responsabilidades ambientales.
- Sensibilizar y concientizar a todo el personal sobre la importancia del desarrollo de sus actividades de manera sustentable.

Generalidades:

Plan de Capacitación es un documento dinámico y no excluyente, es decir, que debe actualizarse de acuerdo con las normativas ambientales y con técnicas y prácticas que se vayan actualizando, cambio en los procedimientos que se llevan a cabo en la planta.

Inducción: toda persona nueva que ingrese a trabajar para la planta en estudio incluyendo el personal contratado y/o de terceros (proveedores y contratistas, entre otros), debe ser inducida sobre la política ambiental y la gestión a desarrollar en la empresa.

Durante la misma se debe dar un paneo general sobre la Gestión Ambiental que luego será ampliada según el puesto, función y/o cargo que ocupe la persona ingresante o que ya esté trabajando.

Como toda capacitación y/o entrenamiento en temas ambientales, la inducción debe estar a cargo del Área de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente, y quedar documentada.

Modalidad

La modalidad será de manera semanal durante su turno de trabajo y de manera individualizada, con cada operario tanto de planta como maestranza y administrativos.

La duración de las reuniones/capacitaciones no excederá de 40 minutos y por el periodo de 3 meses. El programa se podrá repetir 2 o 3 veces al año, cada vez que se considere necesario, se podrá reforzar temas en particular, con al área que considere necesario y

cuando ingrese un nuevo operario de planta, maestranza o administrativo. El programa será dinámico, y se actualizará conforme a los avances y actualizaciones. Todo quedará registrado y documentado mediante la **Planilla de asistencia a Capacitaciones**.

Contenidos a considerar:

El presente Programa tendrá por finalidad establecer los lineamientos básicos para asegurar la formación del personal en cuestiones referidas.

- Gestión de residuos sólidos urbanos y de actividades de servicio: clasificación de los residuos, tratamientos, impactos, Resolución N°124/04, Resolución N° 2151/14, Decreto N° 1844/02.
- Gestión de efluentes líquidos: definiciones y clasificaciones, tratamientos, Resolución 1089/52.
- Gestión de residuos peligrosos. Resolución N°1844/02.
- Calidad de aire: Definiciones. Resolución N°201/04.
- Consumo y cuidado del agua.
- Orden y limpieza.
- Impactos ambientales y riesgos asociados: definiciones. Clasificaciones. Medidas de mitigación.
- Manejo de aparatos sometidos a presión con y sin fuego.
- Plan de gerenciamiento de riesgo. Plan de emergencias. Plan de incendio.
- Evaluación y control de riesgos. Seguridad de las personas.
- Control de la potencial contaminación ambiental del medio natural: aire, suelo, agua subterránea.

Registro y Evaluación de la Capacitación y/o Entrenamiento: toda persona que pase por un proceso de capacitación y/o entrenamiento debe firmar la **Planilla de Asistencia a Capacitación**, asegurando el cumplimiento. Se adjunta planilla en anexos.

Duración: durante toda la actividad de la industria.

Frecuencia de las capacitaciones: semanal durante 3 meses, 2 o 3 veces al año.

Resultados esperados: cantidad de personal capacitado.

Responsable de la ejecución: personal de planta y encargado de mantenimiento.

Normativa de referencia: Resolución N°124/04, Decreto N°2151/14, Resolución N°1089/52, Decreto N°1844/02, Resolución N°201/04. Ley N° 25.688 y Decreto N°

2.707/02. IRAM 4062-Resolución N° 201/04: Calidad del Aire. Ley N° 19.587. Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo. Decreto N°351/79 y N°1338/96

6.2.7 Programa de contingencias y gerenciamiento de riesgo

De acuerdo al Estudio y Análisis de Riesgo realizado por la empresa y aportado para este estudio, y en cumplimiento de la Resolución 306/14 se detectan diferentes situaciones de riesgo y emergencia que ameritan un procedimiento y actuación pertinente.

Para identificar posibles situaciones de riesgo se utilizó una de las metodologías (“What if?”¿Qué pasa si?) que propone la normativa mencionada, que por medio de un listado de preguntas permite interpretar o identificar los posibles riesgos y sus consecuencias asociados a las diferentes áreas y tareas que realiza la empresa.

Con esta etapa concluida, se procedió a determinar el índice de riesgo en función de la probabilidad de ocurrencia y la gravedad de sus consecuencias, empleando para ello la tabla establecida por la normativa, la cual asigna valores numéricos que permiten definir la magnitud de cada categoría (baja, media y alta). En este caso, el resultado obtenido corresponde a un riesgo moderado.

Aquellos riesgos identificados en el estudio de magnitud moderada y que implica un procedimiento o programa puntual son los siguientes:

- Derrame de hidrocarburos
- Averías, derrames o rebalses de la planta de tratamiento de efluentes líquidos.
- Incendios.

En función de lo establecido por la normativa mencionada se realiza el programa que describe los procedimientos técnicos y las acciones a ejecutar.

Carácter: preventivo, de mitigación y de corrección.

Objetivo: contar con un programa organizado y preestablecido para atender con celeridad y eficiencia las emergencias ambientales que pudieran surgir durante el funcionamiento de la planta con el fin de salvaguardar la vida de las personas y el ambiente.

Alcance

El presente programa describe los procedimientos técnicos y las acciones a ejecutar, identificando los responsables de su ejecución, en situaciones de riesgo o en caso de suscitarse una emergencia que afecte o pueda afectar la integridad de las personas y de los recursos naturales.

Responsabilidades

Se debe asegurar que todo el personal conozca, entienda y esté capacitado para aplicar el Programa de emergencias y gerenciamiento del riesgo.

Se debe designar el personal encargado de evacuar las emergencias para gestionar de manera correcta los recursos humanos y materiales.

Esta información debe estar a la vista de todos dentro de la planta.

Una vez finalizada y atendida la contingencia se deberá completar el **Registro y Comunicación de Contingencias Ambientales** y entregarlo al área de Higiene y seguridad.

Actuaciones frente a las distintas emergencias y contingencias ambientales

→ Procedimiento de Actuación Frente a Derrames de hidrocarburos (aceite)

El transporte, almacenamiento, manejo de aceite (combustible de la cadera), y de cualquier otra sustancia que se encuentre involucrada en el proceso, debe realizarse de manera que se minimice o elimine la probabilidad de ocurrencia de un derrame o vuelco del producto.

Para esto el personal involucrado en estas tareas debe conocer dicho procedimiento.

Todo sector, en este caso, sala de calderas, de máquinas y de mantenimiento o donde se manipulen hidrocarburos debe contar con los elementos mínimos y adecuados que permitan controlar cualquier vertido accidental, como ser:

- Bateas, bandejas o recipientes móviles adecuados para la contención de goteos o vertidos accidentales.
- Mantas, paños o cordones absorbentes para limitar la extensión del derrame.
- Arena, aserrín o productos industriales (tipo Absorsol, diatomita o similares), para absorber los líquidos.

- Todos estos materiales deben estar disponibles en lugares preestablecidos, debidamente señalizados y con accesibilidad para todo el personal; debiendo ser controlado su stock periódicamente. Debe contar, además, con bolsas rojas para la recolección del material utilizado, una pala para el manejo de estos y los equipos de protección personal básicos (guantes) para evitar lesiones humanas.

En el caso que tomadas todas las medidas de prevención se produjera un derrame capaz de afectar el suelo o el agua (superficial o subterránea), se deben seguir los siguientes pasos:

A- Asegurar el lugar: se debe delimitar y señalizar el área afectada; Restringir el acceso de personas que no estén directamente involucradas en las operaciones de respuesta de la emergencia.

B- Controlar el derrame: se debe identificar la fuente y confinar el producto derramado a través de cordones y/o material absorbente (dependiendo la magnitud); solicitar ayuda cuando sea necesario.

C- Gestión del derrame: según la superficie donde se produzca se debe:

- Si se produce sobre el suelo se debe retirar la tierra contaminada, hasta la profundidad en que ya no se visibilicen restos de producto, y colocarla en bolsas para su posterior disposición final.
- Si se produce sobre superficies impermeables se debe esparcir material absorbente, dejar que actúe (absorba el líquido), retirar con pala y colocarla en bolsas para su posterior disposición final.

D- Disposición final de residuos: todos los materiales contaminados y colocados en los recipientes adecuados e identificados se gestionarán de acuerdo a la normativa y al programa de gestión de residuos antes mencionado.

Los puntos A- asegurar el lugar y B- controlar el derrame deben llevarse a cabo casi en simultáneo, al mismo tiempo que el encargado inicia el proceso de comunicación de la contingencia ambiental.

Una vez controlada la contingencia, debe completar el **Registro y Comunicación de Contingencias Ambientales** que se adjunta en este documento.

→ **Procedimiento de actuación frente a averías, derrames o rebalses de la planta de tratamiento de efluentes**

En el caso de falla en el ecualizador, dar aviso a producción para evitar el uso de agua en exceso para la limpieza de la planta y equipos.

Si no se puede evitar el ingreso de los efluentes al ecualizador, se deben contener los mismos con la incorporación de productos en mayor cantidad de la habitual para mantener estabilizado los mismo hasta reparado el mismo.

En el caso de que la pileta rebalse, tanto por una falla eléctrica o un desperfecto se deberá contener todos los líquidos en un contenedor hasta resolver el problema. Una vez en marcha y mediante una bomba se deberán trasvasar los líquidos a la pileta, para realizar su gestión y poder derivarlos a disposición final.

Se deberá evitar en todo momento que los líquidos no tratados sean derivados a disposición final, es decir al canal a cielo abierto habilitado a tal fin.

A su vez, se deberá realizar un mantenimiento periódico de todos los desagües y equipos.

Una vez controlada la contingencia, debe completar el **Registro y Comunicación de Contingencias Ambientales** que se adjunta en este documento

→ **Procedimiento de Actuación Frente a Incendios**

Los incendios pueden ocurrir como consecuencia de:

- Derrame de líquidos y materiales inflamables o combustibles no contenidos adecuadamente y alcanzados por una fuente de ignición.
- Cortocircuitos.
- Cigarrillos mal apagados o tirados en lugares no habilitados.

Como medidas de prevención, tomando en consideración las causas de posibles incendios, se debe:

- Identificar y señalizar los sitios con riesgo de incendio.
- Contar con extintores de incendio en cantidad y tipo acorde a los fuegos que puedan originarse en cada uno de los sitios identificados como de riesgo de incendio.
- Señalizar y delimitar las zonas de fumadores y de descanso.
- Contar con un plan de mantenimiento de herramientas y/o máquinas eléctricas, para detectar posibles fallas y corregirlas.

La persona que detecte un foco de incendio u observe fuego debe informar inmediatamente al supervisor más cercano y proceder según se describe a continuación, siempre que sea posible:

- Evaluar la situación y pedir colaboración para retirar elementos inflamables y combustibles, cortar la energía eléctrica y restringir el ingreso de personas.
- Atacar el incendio directamente con la ayuda de extintores, siempre colocándose en contra de espalda a la dirección del viento (en contra de la dirección de las llamas) y apuntando hacia la base del incendio.

Si el incendio no puede controlarse con los extintores que se encuentran en el sitio, el supervisor debe comunicarse con el cuerpo de bomberos de la localidad para que acuda al sitio.

Una vez controlado y/o extinguido el fuego, el supervisor debe:

- Realizar una inspección de la zona para investigar las causas del siniestro y asegurarse de que no hayan quedado posibles focos.
- Completar el **Registro y Comunicación de Contingencias Ambientales** y entregarlo al área de higiene y seguridad.

Una vez finalizada la contingencia se debe completar **Registro y Comunicación de Contingencias Ambientales** y entregarlo al área de higiene y seguridad. Se adjunta en anexos.

Aclaraciones:

Todo el personal debe entender y conocer las diferencias entre:

Accidente: suceso no intencional que produce lesiones o muerte a las personas, y/o daños a materiales, recursos naturales, socioeconómicos y/o culturales. - **Contingencia:** emergencia que necesita ser controlada, mediante la ejecución de un plan específico, a fin de evitar o minimizar daños.

Emergencia: asociación de circunstancias que desembocan en un fenómeno inesperado que exige adoptar medidas inmediatas para prevenir, evitar o minimizar lesiones a las personas, o daños a materiales, recursos naturales, socioeconómicos y/o culturales.

Incidente: evento no planeado que requiere la atención inmediata de los grupos de trabajo de la empresa en el lugar, pero no produce lesiones a las personas, daños a las cosas, los recursos naturales, socioeconómicos y/o culturales.

Riesgo: combinación entre la probabilidad que suceda una contingencia y la magnitud de las consecuencias que ella ocasiona.

Se recomienda realizar manuales de procedimientos para cada operación en la planta: proceso productivo, recuperación de materias primas e insumos, uso y consumo de agua, limpieza y lavado de equipos, funcionamiento y mantenimiento de la planta de tratamiento de efluentes líquidos y de residuos industriales, con el objetivo de estandarizar y guiar las operaciones asegurando eficiencia, calidad y control en el desarrollo de procesos, y utilizando como herramienta de orientación y capacitación para el personal y ejecutar correctamente las tareas específicas. Dar conocimiento de ellos a todos los trabajadores e implementarlos en un plan de capacitación

Capítulo VII

7. Conclusiones y recomendaciones

El reciclaje de subproductos animales genera beneficios concretos para la sostenibilidad y la economía circular. Tal como señala Meeker (2020), este proceso no solo evita impactos negativos, sino que transforma lo que antes se consideraba desecho en una valiosa materia prima para nuevas industrias. Como se ha destacado a lo largo del trabajo, su tratamiento ha contribuido a una mayor conciencia sobre el potencial que representan estos materiales cuando se gestionan adecuadamente. Al poder convertirse en productos con valor agregado, desecharlos deja de ser una opción viable, especialmente considerando las grandes cantidades de materia prima con alto valor económico que se generan.

En este contexto, el rendering se posiciona como una de las industrias de reciclaje más relevantes a nivel mundial, al ofrecer una solución para transformar los residuos de origen animal en productos de valor agregado, desempeñando un papel esencial en la protección del medio ambiente. Sus impactos positivos son significativos tanto desde una perspectiva social como ambiental: reduce la cantidad de residuos sólidos enviados a disposición final, disminuye la carga contaminante de las aguas industriales y mitiga los riesgos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, así como los problemas de salud asociados a una gestión inadecuada.

El objetivo del renderizado, y particularmente de la planta estudiada, es claro: reutilizar los desechos de otra industria para generar nuevos productos. Este proceso no solo contribuye activamente al reciclaje, sino que también genera empleo de forma directa e indirecta. No obstante, como cualquier actividad productiva, puede ocasionar impactos negativos si sus emisiones o vertidos no se gestionan adecuadamente. Por ello, es fundamental una gestión rigurosa y un seguimiento continuo por parte de la empresa y las autoridades competentes. Aun así, los beneficios socio ambientales que genera esta industria superan ampliamente los posibles impactos negativos.

Respecto a la generación y gestión de efluentes líquidos, los parámetros de tratamiento y vuelco dependen de las características del medio receptor. En el caso de la planta analizada, el destino final de los efluentes es un desagüe a cielo abierto, lo que impone

mayores exigencias en el control y tratamiento de estos vertidos. En cuanto a las emisiones gaseosas, su impacto depende en gran medida de la cercanía a zonas habitadas. La planta cuenta con un sistema de retención y lavado de vahos que ha demostrado, mediante el trabajo de campo realizado, ser eficaz, ya que no se han reportado molestias por parte de los vecinos ni problemas operativos.

En relación con los objetivos planteados en este trabajo, se logró:

Elaborar un diagnóstico social que permitió recopilar de forma organizada y eficiente las percepciones de la comunidad sobre el impacto de la actividad, complementado por un diagnóstico técnico y ambiental que facilitó la identificación de puntos críticos y la formulación de propuestas de mejora.

Evaluar el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente, detectando incumplimientos en los parámetros de vuelco final de efluentes y niveles de ruido en el ambiente laboral.

Identificar medidas de acción para resolver los problemas detectados, especialmente en relación con las emisiones gaseosas y el ruido, además de proponer alternativas de mejora para la gestión de efluentes.

Elaborar un plan de gestión ambiental conformado por programas y medidas técnicas a implementar.

En conclusión, el desarrollo de este trabajo permitió comprender el funcionamiento integral de una industria de rendering: desde los insumos que utiliza y el proceso productivo, hasta la gestión de residuos y efluentes. También permitió identificar los desafíos comunes que enfrentan estas industrias, en particular aquellos vinculados con su ubicación, que condiciona el cumplimiento de exigencias ambientales. A pesar de ello, existen múltiples tecnologías y alternativas disponibles que pueden ser aplicadas para cumplir la normativa vigente, evitar la contaminación y propiciar una producción más sostenible en el tiempo.

La información recopilada y analizada en este estudio constituye una base sólida para la toma de decisiones y para la eventual implementación de medidas correctivas o de mejora. Se recomienda complementar estas acciones con un análisis de costo de las alternativas propuestas, a fin de identificar las más viables económicamente, además de implementar un plan de mantenimiento preventivo que incluya equipos, tuberías, cámaras y sistemas de desagüe.

Bibliografía

Agencia de Protección Ambiental. (1995). Documentación de factores de emisión para AP-42, sección 9.5.3. Informe final de plantas de procesamiento de carne (Contrato EPA n.º 68-D2-0159). Washington, D. C.

AINIA. (2017, enero). Mejores técnicas disponibles para la industria de aprovechamiento de subproductos de origen animal. AnaGrasa. <http://www.anagrasa.org/es/index.htm>

Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (2018). Manual de plantas depuradoras. Vol. 1: caracterización de efluentes: ensayos físicos y químicos (1ª ed.). Lazos de Agua.

Amato, C. N. (2023). Economía circular para el desarrollo productivo local: discusión teórica y análisis conceptual. Territorios Productivos, 1(1). <https://territoriosproductivos.unvm.edu.ar/ojs/index.php/territoriosproductivos/article/view/616>

Balao, A. (2008). Contaminación de las aguas. Vertidos de mataderos e industria cárnica. Sevilla, España: Máster Profesional en Ingeniería y Gestión Medioambiental.

Barrera, K. M. (2019). Impactos ambientales generados en plantas de beneficio bovino. Bogotá, Colombia: Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA).

Berthet, J. M. (2012). Delito de contaminación industrial en la ciudad. Quetzaltenango, Guatemala.

Cáceres, M. d. (2012). Aspectos medioambientales asociados a los procesos de la industria láctea. Revista Electrónica Ganadera Mundo Pecuario, 16–32.

Centro, R. d. (1996). RDC. Recuperado en 2018 de <http://refineriadelcentro.com.ar/es/institucional>

Cohen, R. M., & Ernesto. (2013). Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.

Fuquene, D. (2011). Módulo sistema de tratamiento de aguas residuales. ECAPMA, UNAD.

[https://www.researchgate.net/publication/336180063 Tratamiento de aguas residuales](https://www.researchgate.net/publication/336180063_Tratamiento_de_aguas_residuales)

Gallego, E. N. (2011). Gestión en las industrias de la eco-innovación. Madrid, España: EOI.

Gallego, M. R. (2006). Producción más limpia en la industria alimentaria. Medellín, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista.

Gooding, C. (2012). Datos para la huella de carbono de las operaciones de renderizado. *Industria y Ecología*, 16, 223–230.

Gooding, C. H., & Meeker, D. L. (2016). Comparación de tres alternativas para el procesamiento a gran escala de canales y subproductos cárnicos de animales. *El científico animal profesional*, 32(3), 259–270.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1080744616300079>

Groppelli, E. (2001). Tratamiento de efluentes líquidos. Carrera de Ingeniería Química y en Alimentos, UNL.

Hammerly, J. H. (2009). Medioambiente y normas ambientales de la provincia de Santa Fe. Santa Fe: Centro de Ediciones Técnicas CIE.

Hamilton, R., Kirstein, D., & Breitmeyer, R. (2006). La contribución de la bioseguridad de la industria del renderizado a la salud pública y animal. *Essential Rendering*, 71–93.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizando la economía circular: un análisis de 1 114 definiciones. ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302835>

Leal, J. (2005). Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias. Santiago de Chile, Chile: División de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas.

Meeker, D. (2006). Representación esencial: todo sobre la industria de subproductos animales.

Meeker, D., & Hamilton, C. H. (2009). Perspectiva general de la industria del reciclaje de subproductos de origen animal. *Lo imprescindible del reciclaje*, 16–35.

Metcalf, L., & Eddy, H. (1996). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento y reutilización. México.

Miembros del Grupo de Trabajo Técnico Alemán. (2001). Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles en la industria de los mataderos y los subproductos animales.

Muñoz, D. (2005). Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero: para una población menor de 200 habitantes. Universidad del Cauca.

[https://file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-SistemaDeTratamientoDeAguasResidualesDeMatadero-6117975%20\(1\).pdf](https://file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-SistemaDeTratamientoDeAguasResidualesDeMatadero-6117975%20(1).pdf)

Nara (Asociación Norteamericana de Renderizadores). (2020). Sostenibilidad y análisis económico. Alexandria–Urbandale.

Orellana, J. A. (Ing. sanitaria UTN). Quinta Unidad Temática (2019). Impactos ambientales generados en plantas de beneficio bovino. UNAD.

Pascual, M. L. (2016). Alternativas para el tratamiento de efluentes industriales. Murcia, España: Cátedra del agua y de la sostenibilidad.

Patiño, Y., Díaz, E., & Ordóñez, S. (2014). Microcontaminantes emergentes en aguas: tipos y sistemas de tratamiento. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 5(2), 1–20.

Portillo, S.N. (2014). Tratamiento de efluentes líquidos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata.

Plascencia Jorquera, A., & G. D. (2006). Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en dietas para bovinos de engorde. Sitio Argentino de Producción Animal.

Prevención y control integrados de la contaminación. (2008). Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para mataderos e industrias de subproductos animales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España.

Rolim, M. S. (2000). Sistemas de lagunas de estabilización. México: McGraw-Hill.

Rodríguez Fernández-Alba, A., & P. L. (2006). Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Madrid, España: Elecé Industria Gráfica.

Ramos Pérez, R. (2023). Estudio tecno-económico para la mejora energética y ambiental de un proceso de obtención de grasas y harinas a partir de subproductos animales. Universidad de Sevilla.

Rocio Luján Gonzales et al. (2023). Estrategias de bioeconomía circular: revisión de aplicación sobre complejo agroindustrial cárnico bovino. *Revista Tiempo de Gestión*, 34, segundo semestre.

Rosario, C. I. (2013). Buenas prácticas en la industria cárnica. Rosario, Argentina: CIMPARG.

Schröder, P., Albaladejo, M., Alonso Ribas, P., Macewen, M., & Tilkanen, J. (2020). La economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidades para fomentar la resiliencia (Documento de investigación, Programa de energía, medio ambiente y recursos, Chatham House).

Sola, J. (2001). Localización industrial en España: una revisión de la literatura. *Revista de Historia Industrial*, 365–398.

Sosa, A.M. (2011). Tecnologías ambientales. Gestión de las industrias de la eco-innovación. Madrid, España: EOI.

Tchobanoglous, G. B. (1995). Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, eliminación y reutilización. New Delhi.

Tan, E., & Lamers, P. (2021). Conceptos de bioeconomía circular: una perspectiva. *Frontiers in Sustainability*.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2021.701509>

Vázquez, L. G. (2006). Industria alimentaria argentina. Análisis del sector (Edición n.º 9). Buenos Aires: SAGPyA – Dirección de Industria Alimentaria.

Novarsa. (2018). Novarsa - Línea de flotación por aire inducido (IAF). Recuperado el 14 de Julio de 2020, de <http://www.novarsa.com/esp/productos.php?id=3>

www.santafemibarrío.com.ar

<https://redata.indec.gob.ar/>

Anexos

Anexo 1: Planilla relevamiento social.

Encuesta Trabajo final- Diagnóstico social		
Marcar a que distancia se encuentra de la planta de estudio: A 100 metros – entre 100 y 300 metros – más de 300 metros		
Nº	Pregunta	Respuesta
1	¿Hace cuántos años vive en la zona?	
2	¿Percibe olores desagradables en el barrio?	☐ Siempre ☐ Frecuentemente ☐ Ocasionalmente ☐ Nunca
3	¿En qué momentos del día son más intensos los olores?	☐ Mañana ☐ Tarde ☐ Noche ☐ Sin patrón claro
4	Respecto a los olores desagradables... ¿Afecta a su vida cotidiana? De ser así ¿cómo lo afecta? (marcar todas las que correspondan)	☐ No puedo abrir ventanas ☐ Me causa malestar ☐ No afecta ☐ Otro:
5	¿Percibe ruidos o ruidos molestos	☐ Siempre ☐ Frecuentemente ☐ Ocasionalmente ☐ Nunca
6	Respecto a los ruidos...¿Afecta a su vida cotidiana? De ser así ¿cómo lo afecta? (marcar todas las que correspondan)	☐ No puedo abrir ventanas ☐ Me causa malestar ☐ No afecta ☐ Otro:
7	¿Conoce la existencia de una planta industrial cercana a su domicilio?	
8	¿Como se siente conviviendo con la planta en estudio o las plantas en su cercanía? ¿Cree que es importante?	
Observaciones		

Anexo 2: Planilla de asistencia a capacitaciones.

Planilla de asistencia a capacitación de la planta en estudio.				
Apellido y nombre	Fecha	Puesto de trabajo	Tema	Firma

Anexo 3: Planilla Registro y comunicación de contingencias ambientales.

Planilla a completar para Registro y Comunicación de Contingencias Ambientales.	
Recurso afectado: suelo-agua-aire	
Otro:	
Información general:	
Fecha de ocurrencia:	Hora de ocurrencia:
Ubicación:	
Tipo de Contingencia ambiental: (quién-dónde-cómo-equipo-daño ambiental-magnitud-)	
Afectación de personas: si o no	
Listado de hechos:	
Causas y acciones correctivas:	
Factores del incidente:	
Responsable a cargo:	
Observaciones	

**Maestría en
Gestión Ambiental**

Título de la obra:

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL Y PROPUESTAS DE
MEJORAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE
GRASA BOVINA COMESTIBLES Y HARINA DE CARNE
EN LA CIUDAD DE SANTA FE, ARGENTINA.**

Autora: Pinatti María Cecilia

Lugar: Santa Fe, Argentina

Palabras claves:

Subproductos de origen animal
Rendering
Emisiones gaseosas
Gestión y tratamiento de efluentes líquidos
Plan de gestión ambiental