



# TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA INDUSTRIA FRIGORÍFICA

Postgrado de Seguridad e Higiene en el  
Trabajo



*Universidad Nacional de Mar del Plata*



*Facultad de Ingeniería*

2017



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



# TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA INDUSTRIA FRIGORÍFICA

Postgrado de Seguridad e Higiene en el  
Trabajo



*Universidad Nacional de Mar del Plata*



*Facultad de Ingeniería*

2017

TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA INDUSTRIA FRIGORÍFICA

Autor

*Ing. Alim. María Paula Giacomini*

Trabajo Final de Postgrado en Seguridad e Higiene en el Trabajo

Director

*Jorge Froilán González, Ph.D.*

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Comisión Evaluadora

*Esp. Ing. Leonardo Bandera*

*Dra. Marcela Gerpe*

*Esp. Ing. Guillermo Valotto*

Mayo 2017

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Clasificación y categorización de las industrias frigoríficas.....	3
1.2 Descripción del establecimiento.....	4
1.3 Descripción del proceso de producción.....	5
1.3.1 Etapas del proceso de producción primaria.....	5
1.3.2 Etapas del proceso de producción secundaria.....	10
1.4 Etapas y operaciones del proceso del tratamiento de efluentes industriales.....	12
1.4.1 Pre-tratamiento.....	12
1.4.2 Tratamiento primario.....	13
1.4.2.1 Operaciones fisicoquímicas.....	13
1.4.2.2 Operaciones físicas.....	14
1.4.3 Tratamiento secundario.....	14
1.5 Caracterización del efluente.....	14
1.6 Planta de tratamiento de efluentes industriales.....	17
1.6.1 Descripción y funcionamiento de las instalaciones existentes.....	17
1.7 Objetivos generales.....	22
1.8 Objetivos específicos.....	22
1.9 Ordenamiento del trabajo.....	23
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.1 Harina de sangre y plasma sanguíneo deshidratados como alternativas de uso de la sangre bovina.....	29
2.1.1 Harina de sangre o concentrado de hemoglobina bovina.....	29
2.1.2 Plasma sanguíneo.....	29
<b>3. DESARROLLO .....</b>	<b>31</b>
3.1 Análisis fisicoquímicos.....	31

3.2 Medidas preventivas y correctivas. ....	31
3.2.1 Medidas preventivas en la planta de faena. ....	33
3.2.1.1 Capacitación del personal en BPM y POES. ....	33
3.2.1.2 Materiales y accesorios. ....	34
3.2.2 Medidas preventivas y correctivas en la planta de tratamiento ....	35
3.3 Manual de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ....	38
3.4 Propuestas operativas para la disposición final de los efluentes de las líneas roja y verde como subproductos de la Industria Frigorífica. ....	38
3.4.1 Línea roja ....	38
3.4.2 Línea verde. ....	39
3.5 Estimación de costos de las mejoras propuestas. ....	40
<b>4. CONCLUSIÓN</b> .....	<b>43</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>44</b>
<b>6. ANEXOS</b> .....	<b>47</b>
A - 6.1. Límites de descarga de efluentes: Ley 5.965 de la Provincia de Buenos Aires. ....	47
A - 6.2: Manual de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ....	48
A – 6.3. Imágenes de la planta de tratamiento de efluentes en operación. ....	74
A – 6.3.1. Cámaras de inspección. ....	74
A – 6.3.2. Zona de filtrado. ....	74
A – 6.3.3. Equipo clarificador. ....	74
A – 6.3.4. Operario desempeñando tareas en la zona de filtrado. ....	75
A – 6.3.5. Rejas de la zona de filtrado. ....	75
A– 6.4. Ley de Stokes. ....	76
A– 6.5. Cálculo estimado de la cantidad de coagulante a emplear en el equipo clarificador. ....	77

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de industrias por actividad desarrollada y exigencias sanitarias.....	6
<b>Tabla 2.</b> Nivel de Complejidad Ambiental (N.C.A.) para la clasificación de industrias.....	6
<b>Tabla 3.</b> Etapas y operaciones físicas y fisicoquímicas del proceso de tratamiento de efluentes. ....	14
<b>Tabla 4.</b> Referencias del esquema de la Figura 5 de la planta de tratamiento de efluentes industriales.....	17
<b>Tabla 5.</b> Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y de los Sólidos Sedimentables (SS). ....	31
<b>Tabla 6.</b> Estimación de los costos de mejora del proceso de tratamiento de efluentes y de las medidas de seguridad e higiene para las instalaciones existentes. ....	41

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Esquema general de las instalaciones del establecimiento FRIGORE .....	7
<b>Figura 2.</b> Diagramas de flujo de procesamiento integral de carne de ganado vacuno .....	11
<b>Figura 3.</b> Esquema general de las etapas presentes en un proceso de tratamiento de efluentes .....	12
<b>Figura 4.</b> Esquema tecnológico del proceso de tratamiento de efluentes para la faena de bovinos. ....	15
<b>Figura 5.</b> Esquema de la planta de tratamiento de efluentes industriales. ....	20
<b>Figura 6.</b> Materiales y reactivos empleados en los análisis fisicoquímicos y en la toma del efluente.....	32
<b>Figura 7.</b> Diagrama de flujo para la obtención de plasma y hemoglobina bovina en polvo .	39
<b>Figura 8.</b> Esquema de una torre estándar de secado spray o por atomización.....	40



## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el relevamiento de la planta de tratamiento de sólidos y líquidos residuales de una Industria Frigorífica procesadora integral de carne de ganado vacuno. Se observaron las condiciones estructurales y el funcionamiento del sistema para el tratamiento de los efluentes provenientes de las distintas zonas de operación, seguido de un muestreo representativo previo a la etapa de cloración. Posteriormente se efectuaron mediciones globales de la carga contaminante DQO, la cual superó los límites establecidos por la legislación vigente, y de Sólidos Sedimentables, que resultaron dentro de los rangos admisibles. Se efectuaron recomendaciones tendientes a mejorar la eficiencia del proceso existente, el cual requirió a su vez, de un diagnóstico de las medidas de Seguridad e Higiene en el Trabajo a adoptar en los sectores con peligros potenciales asociados a las actividades desarrolladas. El análisis económico se basó en el cálculo de los costos implicados en la adquisición de materiales e insumos y elementos de protección personal.

Palabras clave: industria cárnica, tratamiento de efluentes, seguridad e higiene.

## ABSTRACT

This work reports on the survey of residual solids and liquids treatment plant in a slaughterhouse plant that processes whole beef cattle meat. The general conditions and the functionality of the effluent treatment system coming from different operating areas were observed, followed by representative sampling taken before the chlorination stage. Subsequent global measuring of pollutant load was performed as COD, which exceeded the limits established by the current legislation, and settleable solids, that were within the allowed range. Recommendations were made to improve the efficiency of the process, which in turn required a diagnosis of health and safety measures at work to be taken in sectors with potential hazards associated. The economic analysis was based on the calculation of the costs involved in materials, supplies and personal protection elements to incorporate.

Key words: meat industry, waste water treatment, health and safety.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la década de los años cincuenta, Nazario Parra Redondo<sup>1</sup> funda el Frigorífico Industrial de Ganado Vacuno San Telmo SACIAFIF en un predio de cincuenta y tres hectáreas emplazado en la Avenida Constitución 10300 de la ciudad de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires. Las actividades de faena allí desarrolladas implicaban la industrialización integral de la carne vacuna para exportación y consumo interno. En sus comienzos el establecimiento contaba con una dotación de aproximadamente mil doscientos trabajadores operando en tres turnos diarios de ocho horas. En la crisis de 1990 fue adquirido por un grupo económico llamado Santa Bárbara, quien cambió su razón social a frigorífico SADOWA, llegando a procesar un estimado de siete mil animales por mes con ingresos cercanos a cuarenta y cinco millones de dólares anuales y operando con una dotación de 350 trabajadores. En 1999 fue el principal exportador argentino a Canadá ubicándose entre los cinco principales exportadores del país de carne vacuna y productos cárnicos. El setenta por ciento de las divisas provenían de la comercialización a países como Chile, Brasil, Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea, sin embargo, debido a la ausencia de políticas sanitarias adecuadas y teniendo en su haber mil doscientas toneladas de animales de la Cuota Hilton, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Alimentaria SENASA en el mes de marzo de 2001 inhabilita al frigorífico para la exportación a los mercados internacionales lo cual concluye en el cierre del establecimiento declarándose judicialmente en estado de quiebra. Tras un período de litigios entre la Cooperativa de Trabajo Frigorífico Recuperar LTDA y la Empresa Siper SA que adquirió el terreno de cincuenta y tres hectáreas, el edificio y las maquinarias por remate judicial a sólo seis millones de pesos, los legisladores provinciales ante la presunción de acciones fraudulentas expropiaron el inmueble a favor de la Cooperativa con el aval de la Confederación Nacional de Cooperativas de Trabajo (CNCT). En consecuencia la Ley de Expropiación dividió el predio en dos partes adjudicando las diez hectáreas que ocupa la planta frigorífica a la cooperativa y las cuarenta y tres restantes al Fisco de la Provincia de Buenos Aires. En

---

<sup>1</sup> Anexo: A – 6.5.

2011 luego de la paulatina reconstrucción de la Empresa, la planta cooperativa FRIGORE con un plantel de cien trabajadores comienza una nueva etapa al realizar la faena de cuarenta y cinco vacunos. En la actualidad se procesan en forma aproximada seiscientos animales dos días por semana sólo para consumo en el mercado interno. La crisis sostenida en el tiempo ha afectado al establecimiento en lo que refiere a tecnología, estándar sanitario, personal, mantenimiento e instalaciones con capacidad ociosa, entre otros factores. El mercado cárnico argentino se ha caracterizado históricamente por un alto consumo de carne vacuna, sin embargo, a partir de cambios en la política económica nacional, en los procesos de globalización, en los precios relativos y de preferencias del consumidor; otros sectores industriales han surgido como potenciales competidores de los frigoríficos bovinos actuales. El sector industrial de alimentos marplatense no es ajeno a esta situación dado que ciertas empresas tienden a priorizar sus actividades productivas sobre el funcionamiento adecuado de diversos sectores que forman parte integral de las instalaciones. Actualmente el concepto de Administración de la Calidad Total o Total Quality Management (TQM) está enfocado no solamente a satisfacer las necesidades de los consumidores o clientes mediante estrategias de mejora continua en sus productos y procesos, sino también en el énfasis dirigido hacia el equilibrio entre los tres factores que conforman el Desarrollo Sostenible o Sustentable: Social, Económico y Ecológico. El impacto de las actividades industriales sobre el medio ambiente ha ocasionado transformaciones con efectos negativos en el hábitat natural. Estos indicadores constituyen la base para afrontar aspectos como la eficiencia de los procesos de producción o la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales. Si bien la adopción de Sistemas de Gestión Total de la Calidad suponen costos elevados se puede apreciar el interés inicial de algunas empresas, como la que se encuentra bajo estudio, de incluir a la calidad en su organización desde una visión con criterio mancomunado reflejado en parte por la previsión de contribuir con la conservación del medio ambiente contando con un área para el tratamiento de los efluentes generados en el proceso productivo. Sin embargo como ha sido mencionado, las reiteradas crisis y políticas controversiales generaron una caída en la faena anual bovina seguida de la necesidad de prescindir de mano de obra calificada y de reducir la diversificación de las líneas productivas. Ante esta situación, se acotaron maquinarias, equipos y personal a la inminente necesidad de elaborar productos básicos mayormente demandados en el mercado y restando prioridad a las tareas de mantenimiento preventivo de ciertos sectores como la Planta de Tratamiento de Efluentes y Deshechos ubicada en la

## **INTRODUCCIÓN**

zona oriental del predio ocupado por las instalaciones. Incluida en las tareas de observancia del estado general del establecimiento, se halla la necesidad imperante de adopción de las medidas de Seguridad e Higiene Laboral como parte indispensable de las actividades diarias que allí se realizan. No es posible concebir una escala industrial productiva sin implementar un sistema integral de seguridad para los trabajadores.

### 1.1 Clasificación y categorización de las industrias frigoríficas

La industria de procesamiento de carne vacuna se clasifica respecto al tipo de actividad que desarrolla en Plantas de Ciclo I, Plantas de Ciclo II y Plantas de Ciclo Completo, y de acuerdo a las exigencias sanitarias, en Frigoríficos A, B y C (Tabla 1). La Ley 11.459 de la provincia de Buenos Aires en su artículo 15 [33] y su Decreto Reglamentario 1741/96 [14] categorizan a las industrias en base a la calidad o cantidad de sus efluentes, al medio ambiente circundante y a las características de su funcionamiento e instalaciones en Primera, Segunda y Tercera Categoría. Forman parte de la tercera categoría los establecimientos que constituyen un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población, con la posibilidad de ocasionar perjuicio a los bienes materiales y a los ecosistemas. La totalidad de los establecimientos industriales a instalarse o instalados en el territorio de la Provincia de Buenos Aires son clasificados en el artículo noveno del Decreto 1741/96 en una de las tres categorías mencionadas de acuerdo con su Nivel de Complejidad Ambiental (N.C.A.), (Tabla 2). Para un rango de valores numéricos de N.C.A. entre 11 y 25 la industria frigorífica posee un nivel de complejidad ambiental superior a 25 atribuido al establecimiento FRIGORÉ, clasificado como Planta de Ciclo I, e inicialmente en sus comienzos, como Frigorífico A. Se ha hecho referencia a los sistemas de gestión de la calidad como un esquema integral de eficiencia y eficacia empresarial que permite planificar y mejorar continuamente los procesos para la satisfacción del cliente. Parte de que este conjunto de normas interrelacionadas se desempeñe conforme a los requisitos lo constituyen las medidas de seguridad e higiene asociadas al establecimiento y a las actividades del personal. En el año 1972 se sanciona la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley 19.587) de alcance Nacional y reglamentada en la actualidad por el Decreto Reglamentario 351/79 [34]. En su artículo N°4 la Ley establece que la higiene y seguridad en el trabajo comprende las normas técnicas y medidas sanitarias precautorias que tengan por objeto: a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicológica de los trabajadores; b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o

## INTRODUCCIÓN

puestos de trabajo; c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral. Se entiende entonces que un contexto productivo involucra todas las acciones tendientes a proporcionar la calidad, *per sé*, vista primeramente desde una óptica global y posteriormente particularizando cada sector de la organización que requiera una medida preventiva o simplemente una mejora sobre las instalaciones existentes.

## 1.2 Descripción del establecimiento.

La planta de procesamiento de carne vacuna, actualmente cooperativa FRIGORE, se encuentra ubicada en la Avenida Constitución 10300 de la ciudad de Mar del Plata en un predio que ocupa aproximadamente diez hectáreas. Se constituye de un total de doce sectores edificados sobre una base pavimentada con cinco calles internas que permiten la circulación de vehículos de transporte de animales e insumos y los pertenecientes al personal (Fig.1). El estado general de las instalaciones denota el sólido avance del tiempo en diversos sectores, principalmente en lo que a estructura edilicia se refiere y en ciertas maquinarias y equipamientos. Se entiende que una adecuada gestión del mantenimiento teniendo en cuenta el ciclo de vida de cada activo físico, debe cumplir con los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el correcto funcionamiento de los equipos, disminuir los riesgos para el personal y los efectos negativos que inciden sobre el medio ambiente. Por tales motivos la gestión del mantenimiento se transforma en un importante factor de competitividad creciente en el ámbito empresarial actual. Sin embargo la realidad indica que la paulatina disminución en el plantel de planta permanente y de operarios temporarios ha ocasionado una distribución de tareas tal, que parte del personal deba cumplir más de una función para la cual probablemente carezca de idoneidad o simplemente de tiempo para realizarla en forma apropiada. Es posible que parte de la problemática resida en resignar los costos que se destinarían tanto a reparaciones generales necesarias como a la adquisición de nuevo equipamiento, para poder solventar los costos totales de la empresa. La planta de tratamiento de efluentes es una de las áreas que requiere mejoras estructurales, de proceso, equipamiento y capacitación del personal en: la comprensión de la operatoria del proceso de vertidos de sólidos y líquidos industriales, el manejo de equipos que forman parte de la planta de tratamiento y las medidas de seguridad e higiene a adoptar asociadas a las tareas desempeñadas. Lo aquí expuesto se detallará en el Manual de Seguridad e Higiene (Anexo, A-6.2).

## INTRODUCCIÓN

### 1.3 Descripción del proceso de producción.

La descripción de las operaciones que constituyen cada etapa del diagrama de flujo de procesamiento integral de carne vacuna, permite entender el alcance de la generación de desechos sólidos y líquidos provenientes de las actividades inherentes al proceso y el impacto sobre el medio ambiente de los vertidos con alto contenido de materia orgánica e inorgánica en los cuerpos receptores de agua como causa de alerta ante problemas por contaminación de los ecosistemas. Se presentan dos diagramas de proceso o “flowsheets” del establecimiento (Figs. 2 y 3):

- *Diagrama de flujo de faena de bovinos:* los productos del procesado de vacunos son las medias reses (producción primaria), las menudencias y los cueros (producción secundaria).
- *Diagrama de flujo de preparación de menudencias.*

#### 1.3.1 Etapas del proceso de producción primaria.

Recepción de Animales. El ganado bovino ingresa al frigorífico en camiones procedentes de los campos de cría o el mercado concentrador. Una vez descargados se procede a su limpieza y desinfección mediante el uso de productos agua y desinfectante operando con equipos de aspersión de alta presión (aproximadamente 200lb/pulg<sup>2</sup>). **Residuos:** agua, heces, orina, emesis, pelo, lodo, desinfectante<sup>2</sup>.

Pesaje. Los animales se pesan en básculas para ganado con el objeto de cumplir con la normativa vigente del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de acuerdo con la Resolución N° 13/2010 (SGAyP, 2010), en la cual se establece que se sancionará la comercialización con destino a faena o la faena comercial de animales bovinos de las categorías mamonos y terneros (machos y hembras), cuyo peso de res con hueso lograda sea inferior a los 154 kilos (280 kilos vivos). **Residuos:** agua, heces, orina, pelo, desinfectante.

---

<sup>2</sup> NaClO comercial al 5%. NaClO/H<sub>2</sub>O, 1:9. (Calvo, G., com.pers., 2016).

**Tabla 1.** Clasificación de industrias por actividad desarrollada y exigencias sanitarias.

Actividad Desarrollada	Descripción
Plantas de Ciclo I	Instalaciones para el proceso de faena con cámara de congelado. Obtención de medias reses y subproductos.
Plantas de Ciclo II	Instalaciones que operan con las medias reses de Plantas de Ciclo I. Cuarteo y trozado posterior. Subproductos: Hueso y grasa.
Plantas de Ciclo III	Instalaciones para la faena, despostado y procesos industriales (termoprocesado, entre otros).
Exigencias Sanitarias *	
Matadero-Frigorífico A	Establecimiento para el sacrificio de animales. Posee cámara frigorífica. Habilitado por SENASA. Tráfico federal y exportación de productos y subproductos derivados de la faena y carnes industrializadas.
Matadero-Frigorífico B **	Establecimiento autorizado para faenar por día como máximo (150 bovinos; 100 porcinos y 300 ovinos y/o caprinos).
Matadero-Frigorífico C **	Establecimiento autorizado para faenar por día como máximo (80 bovinos; 50 porcinos y 160 ovinos y/o caprinos).

Fuente: adaptado de Lobo Poblet. (2009). *Informe aspectos ambientales, sociales y económicos industria frigorífica*. Secretaría de Comercio, Industria y Pyme. (\*) Adaptado de la Ley Federal de Carnes N° 22.375, DR. 4232/68. (\*\*) Productos y subproductos sólo de expendio y consumo dentro de la Provincia de radicación. Pueden solicitar la habilitación del Servicio Nacional de Sanidad Animal para poder realizar el tráfico federal.

**Tabla 2.** Nivel de Complejidad Ambiental (N.C.A.) para la clasificación de industrias.

Categoría	N.C.A.
Primera	hasta 11
Segunda	superior a 11 hasta 25
Tercera	superior a 25*

**N.C.A. = Ru + ER + Ri + Di + Lo.** **Ru:** clasificación de la actividad por rubro (materias primas, materiales que y proceso de producción). **ER:** calidad de los efluentes y residuos generados. **Ri:** riesgos potenciales de la actividad (incendio, explosión, químico, acústico, aparatos a presión). **Di:** dimensión del emprendimiento (dotación de personal, potencia instalada y superficie). **Lo:** localización de la empresa (zonificación municipal e infraestructura de servicios).(\*) Riesgos por la clase de sustancias generadas: infecciosas, etc.

Fuente: Decreto 1741/96, art. 9°, Ley 11459.

Descanso en Corrales. Con el objeto de disminuir el estrés del ganado (característica que afecta la calidad de la carne como producto final), se los mantiene en rediles previo a su faena, suministrándoles sólo agua potable (si el tiempo de residencia

## INTRODUCCIÓN

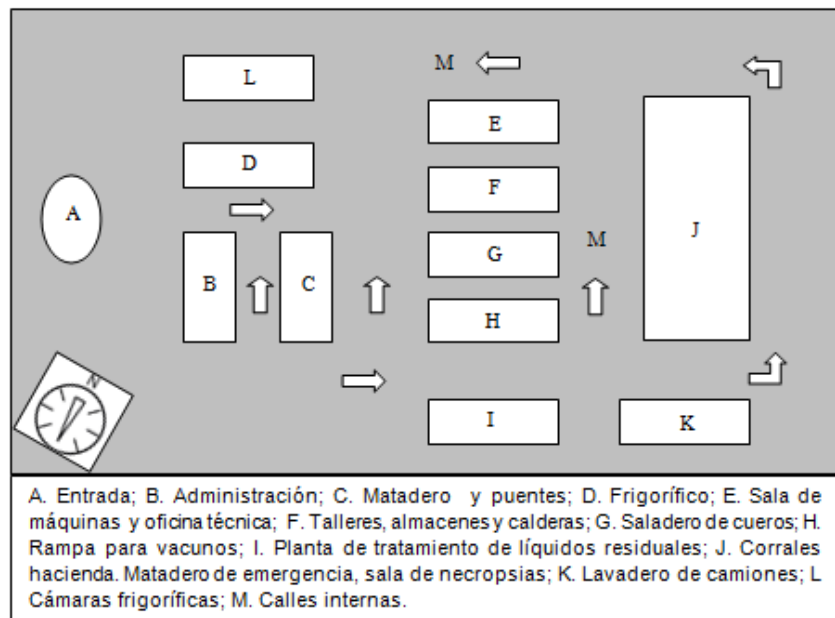


supera las 24hs. deben ser alimentados), y reciben duchas in situ con equipos de aspersión a presión. **Residuos:** agua, heces, orina, pelo, emesis, desinfectante.

***Inspección Antemortem.*** De acuerdo a la normativa vigente Decreto Reglamentario 4238/68 del SENASA el control del estado de salud de los animales a cargo del personal de la Inspección Veterinaria, quienes además de efectuar la primera inspección, verificarán la exactitud de los datos consignados en la documentación que acompañó a la tropa. **Residuos:** agua, heces, orina, pelo, desinfectante.

***Insensibilización.*** Se utiliza un sistema mecánico neumático de pistola de proyectil retenido en base a aire comprimido que penetra el cráneo en la mitad de la frente a noventa grados, en el punto de cruzamiento de dos líneas imaginarias trazadas del centro de la base de los cuernos al ojo opuesto produciendo conmoción cerebral e inconsciencia permanente en el bovino. Evita el sufrimiento innecesario del animal en la sangría. **Residuos:** Agua, heces, orina, pelo, emesis, detergente<sup>3</sup>, desinfectante.

***Izado.*** Se realiza colocando un grillete en la pata trasera izquierda del animal y elevando el conjunto (grillete-animal), con la ayuda de un diferencial, hasta sujetar el grillete en un riel, denominado de sangría. El diferencial consiste en una grúa que puede ser accionada manual o eléctricamente. **Residuos:** agua, pelo, detergente, desinfectante.



**Figura 1.** Esquema general de las instalaciones del establecimiento FRIGORE.

Fuente: Elaboración propia en base al plano original de las instalaciones.

<sup>3</sup> Componente Activo: LAS (Linear Alkylbenzene Sulphonate, por sus siglas en inglés), tensioactivo dodecilbencenosulfonato de sodio ( $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ ). Biodegradable, (95% degradación primaria). Vida media 3 a 4 hs. en plantas depuradoras, y días, en lodos o sedimentos aerobios (Jensen, 1999).

Fuente: Jensen, J. Fate and effects of linear alkylbenzene sulphonates (LAS) in the terrestrial environment, The Science of the Total Environment, Volume 226, Pages 93-111.

## INTRODUCCIÓN

Degollado / Desangrado. Se practica mediante un corte con cuchillo a nivel del cuello seccionando los vasos sanguíneos; permitiendo la salida del flujo de sangre por bombeo cardíaco (normalmente seis minutos) y finalmente la muerte del animal. La sangre se recolecta en canaletas (cantidad media de sangre por bovino 10 a 12 litros, más de un 50%) (FAO, 2017) para su posterior tratamiento. **Residuos:** agua, sangre, pelo, detergente, desinfectante.

Cercenado de patas delanteras. Con cuchillo afilado se separan las manos de la res para ser colocadas en un recipiente cónico de acero inoxidable hasta su disposición final. **Residuos:** agua, sangre, pelo, detergente, desinfectante.

Cuereado. La separación de la piel se inicia a partir del cuello, esternón, paleta y la región ventral. Intervienen varios operarios en puestos consecutivos. **Residuos:** agua, sangre, restos de cuero, fibra muscular y grasa, pelo, detergente, desinfectante.

Corte de Pecho / Aserrado de Esternón. Con cuchillo afilado se realiza una incisión en la línea blanca del pecho y se introduce una sierra eléctrica para cortar los huesos del esternón. **Residuos:** agua, sangre, restos de fibras musculares, grasa y huesos, detergente, desinfectante.

Sellado. Las reses se marcan manualmente con sello con tinta vegetal violeta<sup>4</sup> en el cuarto trasero sobre el músculo glúteo izquierdo y derecho. **Residuos:** agua, tinta, detergente, desinfectantes.

Remoción de Cabeza. Se inciden los músculos cervicocefálicos con cuchillo en forma manual, quedando la cabeza suspendida por la tráquea (la cual posteriormente se corta) y se pasa a la noria de cabezas, en la que el lavador de cabezas, las transfiere a una pileta con agua a presión a través de los orificios nasales y la cavidad bucal. Se transporta mecánicamente por rieles hasta el área de menudencias. Previamente se han retirado las

---

<sup>4</sup>Tinta para codificación de carnes. Aditivo colorante alimentario E-162 (Rojo Remolacha) de uso admitido por el SENASA.

Fuente: SENASA, Reglamento (DR. 4238/68) actualizado.

Disponible en: <https://viejaweb.senasa.gov.ar/Archivos/File/File753-capitulos.pdf>

## INTRODUCCIÓN

orejas con el mismo utensilio. **Residuos:** agua, sangre, secreciones nasales, restos de músculo estriado y grasa, detergente, desinfectante.

Eviscerado. Se separan del animal los órganos genitales, las vísceras blancas y rojas. Primero se realiza la separación de las vísceras blancas, las cuales están conformadas por los estómagos e intestinos de los animales. Se facilita la extracción practicando una incisión con un cuchillo, a lo largo de la línea media ventral y retirando todo el conjunto de órganos mencionados anteriormente. El segundo paso es la separación de la víscera roja, que está conformada por el hígado, el corazón, los pulmones, la tráquea, el esófago, y los riñones. En la práctica se separa primero el bazo; posteriormente el conjunto formado por el hígado, el corazón, la tráquea, el esófago y los pulmones y finalmente los riñones. Posteriormente el paquete conformado por las vísceras se somete a inspección sanitaria para luego ser procesadas como menudencias. **Residuos:** agua, sangre, restos de vísceras y grasa, detergente, desinfectante.

Aserrado. Se realiza con una sierra sinfín eléctrica, operada manualmente separando la res en dos medias reses. El operario tras cada corte, debe enjuagar la máquina introduciéndola en una batea para su desinfección. **Residuos:** agua, sangre, restos de fibra muscular, grasa y aserrín de huesos, detergente, desinfectante.

Lavado. Se practica con flujo de agua a presión que permite retirar la suciedad que haya podido impregnar la media res durante el proceso de faenado. **Residuos:** agua, sangre, restos de fibra muscular, grasa, detergente, desinfectante.

Inspección postmortem. La inspección sanitaria post-mortem de las medias reses, es realizada por el médico veterinario designado por el ente regulador, el SENASA. Los sellos de Clasificación, Número de Tropa y Peso se estampan en el cuarto trasero sobre el músculo glúteo superficial y en el cuarto delantero sobre el músculo. **Residuos:** agua, tinta vegetal, detergente, desinfectante.

Refrigerado. El almacenamiento refrigerado se realiza en cámaras a temperaturas que oscilan entre - 1°C y 4°C. **Residuos:** sangre, grasa, detergente, desinfectante.

Distribución. Las medias reses son trasladadas hasta ser cargadas en camiones con refrigeración. **Residuos:** sangre, grasa, detergente, desinfectante.

## INTRODUCCIÓN

### 1.3.2 Etapas del proceso de producción secundaria.

Menudencias. A la sala de acondicionamiento de vísceras llegan de la sala principal los grupos de vísceras blancas, rojas y se distribuyen en las mesas de trabajo. **Residuos:** agua, sangre, partículas de músculo y grasa, heces, detergente, desinfectantes.

Clasificación. En cada mesa de trabajo se separan por órgano de cada grupos de vísceras blancas, rojas y se distribuyen para cada operario. **Residuos:** agua, sangre, partículas de músculo y grasa, heces, detergente, desinfectante.

Acondicionado. Cada operario realiza cortes sobre las vísceras, para retirar trozas de grasa o tejido no deseado en el producto final. **Residuos:** agua, sangre, partículas de músculo y grasa, heces, detergente, desinfectante.

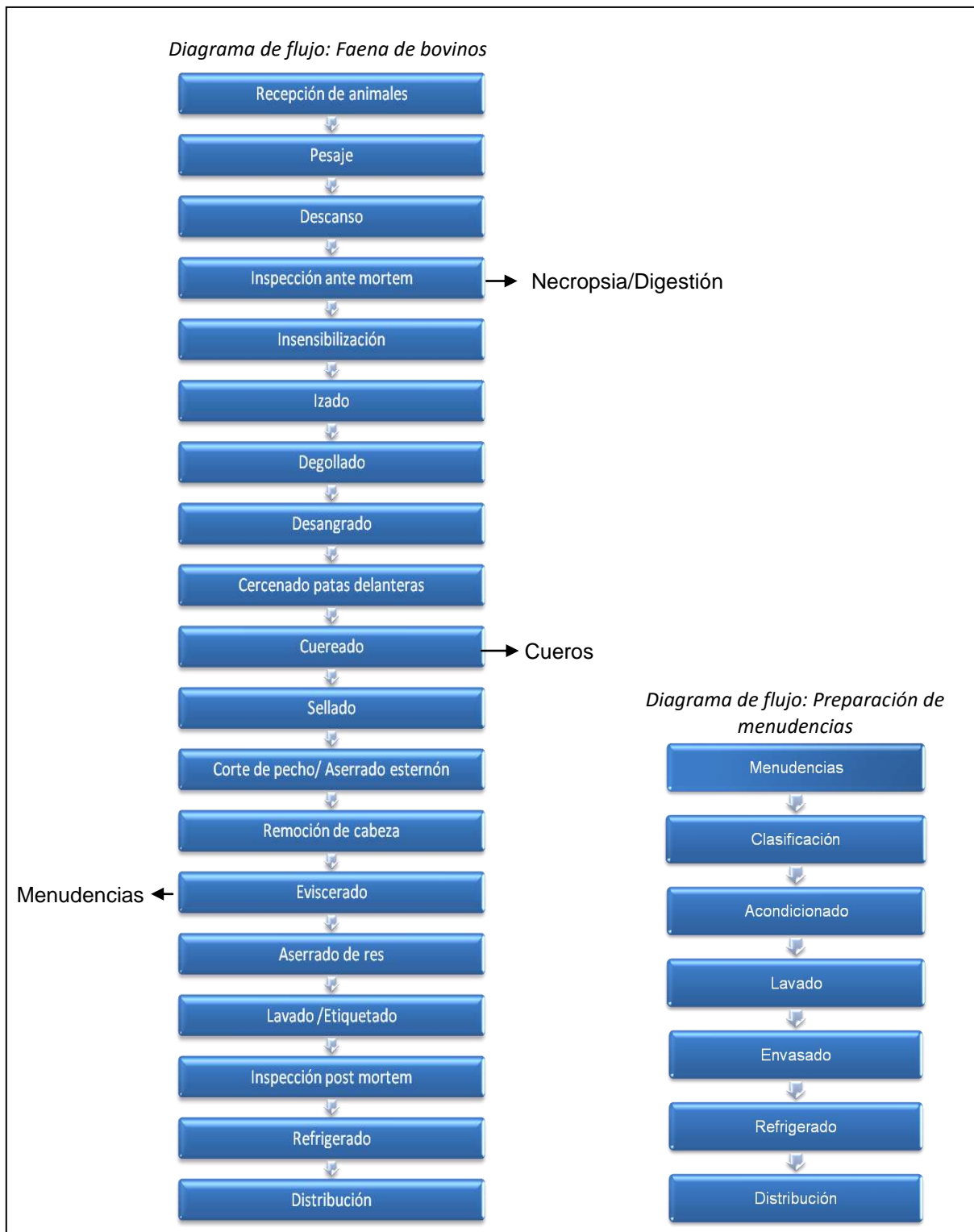
Lavado. Todas las vísceras son lavadas. En particular algunas cepilladas (estómagos), lavadas con agua caliente y soluciones desinfectantes. **Residuos:** agua, sangre, partículas de músculo y grasa, heces, detergente, desinfectante.

Envasado. Las vísceras son colocadas en cajones plásticos utilizados para su comercialización. **Residuos:** agua, partículas de músculo y grasa, detergente, desinfectante.

Refrigerado. El almacenamiento refrigerado se realiza en cámaras a temperaturas que oscilan entre - 1°C y 4°C. **Residuos:** agua, partículas de músculo y grasa, detergente, desinfectante.

Distribución. Las vísceras son trasladadas hasta ser cargadas en camiones con refrigeración. **Residuos:** agua, partículas de músculo y grasa, detergente, desinfectante.

## INTRODUCCIÓN



**Figura 2.** Diagramas de flujo de procesamiento integral de carne de ganado vacuno.

Fuente: Elaboración propia en base a la observación del proceso de producción (Frigoré, 2016).

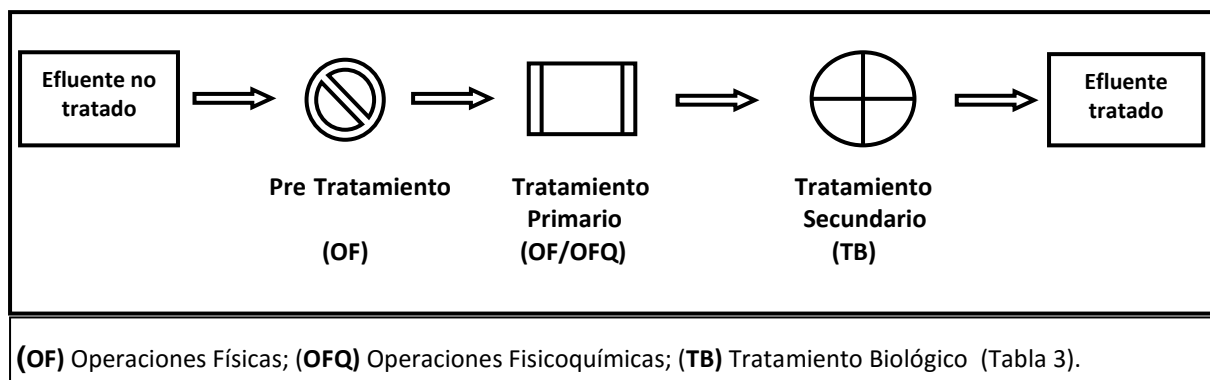
## INTRODUCCIÓN

#### 1.4 Etapas y operaciones del proceso del tratamiento de efluentes industriales.

Las características fisicoquímicas y biológicas de los efluentes producidos en los procesos industriales condicionan la metodología de tratamiento a implementar. Las operaciones a las que es sometido el efluente en el que el componente mayoritario es la materia orgánica procedente del procesado integral de carne de ganado vacuno, está definida en condiciones (no siempre cumplidas) por las etapas de: Pre- tratamiento, Tratamiento primario y Tratamiento secundario [22] (Fig.3).

##### 1.4.1 Pre-tratamiento.

Contempla el uso de métodos físicos: tamizado y flotación, para eliminar la mayor proporción de los sólidos sedimentables y flotantes presentes en el efluente. Previene el deterioro de las bombas de impulsión, disminuye la generación de olores objetables y minimiza el desbalance general de la operación del sistema de tratamiento.



**Figura 3.** Esquema general de las etapas y operaciones presentes en un proceso de tratamiento de efluentes.  
Fuente: elaboración propia.

Tamizado. Retiene el material sólido particulado permitiendo que las operaciones posteriores funcionen de manera más eficiente. Reduce la carga de  $DBO_5$ , previene incidentes de ensuciamiento, ruptura de bombas, válvulas y reduce el consumo de energía y tiempo dedicado a las operaciones de mantenimiento. Los tamices se seleccionan de acuerdo a sus características de operatividad y diseño y en base al tamaño de partícula a remover: tamices de barra (aberturas de 7.5 a 19mm, para tamizado grueso y aberturas de 0.25 a 2.5mm, para tamizado fino); tamices rotatorios (diámetros de malla de 0.25 a 2.5mm,

## INTRODUCCIÓN

autolimpiantes) entre otros (Adams, 1990). La carga biodegradable recuperada tiene potencial utilidad como subproducto o reciclo.

Flotación. Un método eficiente para la separación de las partículas grasas provenientes de la faena, es la Flotación por Aire Disuelto (FAD) o DAF (Dissolved Air Flotation, por sus siglas en inglés) (Wesley et al., 2009), que implica la secuencia de operaciones: disolución de aire en el efluente a alta presión; retención hasta saturación; reducción brusca de la presión que causa la formación espontánea de burbujas pequeñas 50µm a 100 µm (Wesley et al., 2009), que se adhieren a los sólidos y los conducen a la superficie para ser retirados por un barredor superficial. Reduce inconvenientes en unidades posteriores.

#### 1.4.2 Tratamiento primario.

Ecuilización. El flujo de tratamiento de un sistema es variable y los picos de carga pueden ser tóxicos o sobrecargar un sistema biológico en concentración y caudal; la ecualización amortigua esas variaciones y generalmente requiere control de pH. La corrección del pH es un método preventivo de la corrosión en tuberías que consiste en la alcalinización del agua con carbonato de calcio  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$  hasta saturación, a fin de remover el gas carbónico y formar una película o capa protectora en la superficie interna de los ductos.

##### 1.4.2.1 Operaciones fisicoquímicas.

Coagulación. Agrupamiento de partículas muy pequeñas suspendidas en el intervalo coloidal (1 a 2 micrones aproximadamente) en partículas mayores (flóculos) por el agregado de sustancias químicas (coagulantes). Estas sustancias neutralizan las cargas eléctricas de las partículas muy finas, posibilitando su acercamiento y adherencia [22].

Floculación. Agrupamiento subsiguiente a la coagulación en partículas de mayor tamaño (aproximadamente  $1.10^{-3}$  mm). Requiere agitación muy suave para evitar la ruptura de los flocos formados, pero suficiente para que éstos no sedimenten en el tanque de floculación y pasen al de sedimentación [22].

## INTRODUCCIÓN

#### 1.4.2.2 Operaciones físicas.

Sedimentación. Separación de las partículas suspendidas discretas y/o floculentas para evitar su acumulación principalmente en sectores de los conductos donde la velocidad de flujo es muy lenta.

#### 1.4.3 Tratamiento secundario

El tratamiento biológico consiste en la estabilización de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos que degradan los contaminantes presentes en el efluente transformándolos en nutrientes para su crecimiento y desarrollo. Del producto de sus funciones metabólicas se obtienen compuestos químicos estables como: dióxido de carbono, agua, nitratos, fosfatos. Esta metodología se utiliza luego de los tratamientos físicos y físico-químicos para la remoción de los sólidos solubles en suspensión que aún se hallan en el fluido. Existen dos clases de tratamientos: aeróbico y anaeróbico. El tratamiento aeróbico por Lodos Activados utiliza microorganismos para acelerar la descomposición de los residuos y es empleado en las industrias de alimentos debido a las características orgánicas de los efluentes.

**Tabla 3.** Etapas y operaciones físicas y fisicoquímicas del proceso de tratamiento de efluentes.

Pre-Tratamiento	Tratamiento primario	Tratamiento secundario	Desinfección
Tamizado	Ecuilización Control de pH	Tratamiento biológico (Lodos Activados)	Cloración
Flotación	<b>OFQ</b> Coagulación Floculación <b>OF</b> Sedimentación		

Fuente: Elaboración propia.

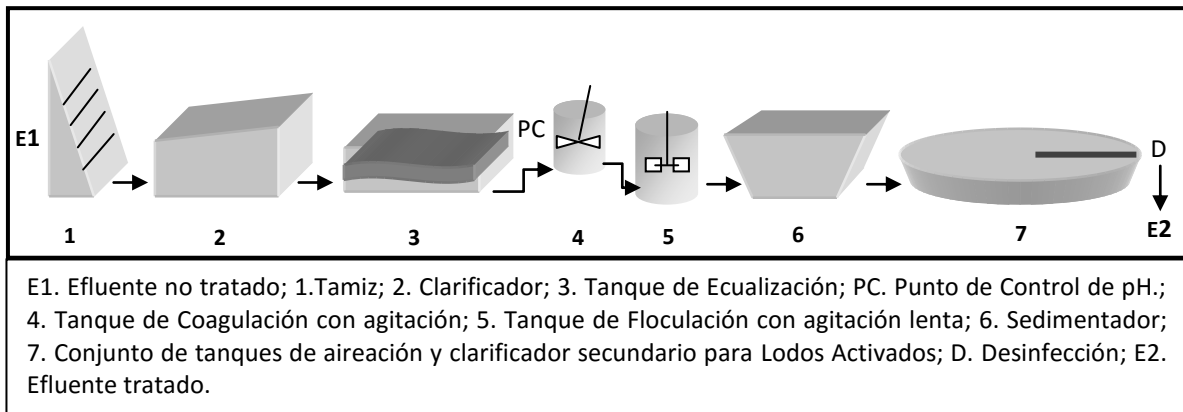
#### 1.5 Caracterización del efluente.

Las particularidades de los efluentes industriales están asociadas a la clase, cantidad, concentración y frecuencia de descarga de los contaminantes que transportan. El comprender la generación de efluentes permite identificar, definir y resolver los problemas

## INTRODUCCIÓN



de su vertido para lo cual es necesario entender el concepto de interacciones químicas y reacciones biológicas del fluido analizado y conocer los sistemas de tratamiento y recolección con la finalidad de predecir, cualitativamente, el efecto de su descarga en forma directa a un cuerpo receptor o sistema de colección.



**Figura 4.** Esquema tecnológico del proceso de tratamiento de efluentes para la faena de bovinos.

Fuente: Elaboración propia.

Los efluentes líquidos pueden clasificarse en compatibles (DBO, sólidos suspendidos, grasas y/o aceites, compuestos amoniacales) y no compatibles (metales pesados: Cd, Cr, Cu, solventes orgánicos, entre otros); entendiéndose por compatibilidad, a la capacidad de un residuo de ser degradado en un sistema conjunto de tratamiento. Las variables a considerar son: el carácter compatible o no compatible del contaminante, el grado de dilución de las corrientes (diluidas o concentradas) y el producto de la concentración por el volumen diario de vertido. Otros aspectos a tener en cuenta son las mediciones de carga contaminante: globales (Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos (totales, suspendidos, solubles, etc.); semiespecíficas (Nitrógeno total, grasas y/o aceites, otras) y específicas (amoníaco, nitrato, mercurio, entre otros). En un frigorífico de carnes, el agua es el principal componente en el efluente líquido proveniente de las operaciones realizadas, especialmente para mantener las condiciones higiénicas. De acuerdo al Decreto Reglamentario 4238/68 del SENASA capítulo II anteriormente citado, el cálculo de estimación de agua potable a tener en cuenta para los establecimientos que faenen e industrialicen vacunos, se estima en mil quinientos litros por animal y la disponibilidad de agua potable para la preparación de subproductos, será de treinta litros por metro de tripa a elaborar. Los efluentes generados por la planta de faena que se conducen a la planta de tratamiento son las aguas denominadas rojas y las

## INTRODUCCIÓN

aguas denominadas verdes, Líneas Roja y Verde, respectivamente. El agua consumida en la etapa de ingreso se utiliza en el lavado de: los animales (previo a su insensibilización); corrales; camiones e instalaciones exteriores. En las etapas posteriores del proceso, se requiere para: generación de vapor en las calderas horizontales humotubulares de tres pasos, limpieza de elementos de trabajo (cuchillos, ganchos, delantales y botas), desprender y transportar el cuero, el lavado de media res, limpieza de panza, tripas y vísceras, cocción (escaldado), limpieza de los pisos y mesadas de trabajo. Las aguas rojas son generadas fundamentalmente en la playa de faena y contienen principalmente material lipídico (aproximadamente 63%) y proteico, restos de tejido, pelo y sangre en condición antihigiénica. Las aguas verdes provienen del lavado de corrales, de los procesos de limpieza del tracto digestivo (sala de procesado de vísceras) presentando un alto contenido de material sólido lignocelulósico y grasas (estimado en un 37%), bilis, pelo, emesis y deyecciones (los vacunos producen diariamente un volumen promedio de 20,3 kilos de heces y orina). Por otra parte, además de la materia orgánica, el efluente contiene sustancias adicionales como detergentes y desinfectantes provenientes de las tareas de limpieza. La mezcla de las distintas corrientes generadas en cada sector, resulta en un efluente complejo que se conduce a la planta de tratamiento. Por las razones expuestas, en este trabajo se abordarán los temas referidos a las condiciones operativas y cumplimiento de la normativa vigente del sector de tratamiento de efluentes aunados a las medidas de seguridad necesarias a implementar, a fin de proporcionar a la cooperativa orientación tanto para la mejora y optimización de los procesos como para concientizar a la dirección sobre la adopción de normas e implementos que permitan transitar una condición laboral segura. A efectos de optimizar el tratamiento de efluentes del establecimiento que faena aproximadamente seiscientos vacunos semanalmente, se observaron y analizaron las etapas del proceso y las condiciones de operación de la planta de tratamiento. Se evaluaron y propusieron modificaciones, como también, alternativas en el proceso, utilizando los recursos e instalaciones existentes a fin de evitar la reestructuración general del área de tratamiento. Se deberán implementar las medidas de mejora propuestas y realizar su seguimiento, para evaluar su eficacia en un período de tiempo determinado, que será establecido por el profesional responsable, lo cual no forma parte de los objetivos del presente trabajo.

## **INTRODUCCIÓN**

**Tabla 4.** Referencias del esquema de la Figura.5 de la planta de tratamiento de efluentes industriales.

Referencia	Descripción
I	Zona de convergencia de las corrientes de las líneas verde y roja.
II	Zona de alta concentración de sólidos. Provenientes de la zona I por acción mecánica de la bomba 1, y de la zona IV, por acción manual.
III	Zona de rebalse de grasas en superficie .
IV	Zona de permanencia de grasas provenientes de la zona III por rebalse. Los lípidos son transferidos mediante la utilización de palas manuales a la zona II.
V	Zona de baja concentración de sólidos. Agua proveniente de la zona II, obtenida por filtrado mediante el uso de rejas.
VI	Equipo clarificador.
VII	Sistema de cloración del agua clarificada procedente del clarificador.
A	Efluentes cloacales del área administrativa. Efluentes del área de faena y del frigorífico.
B	Efluentes cloacales del área de talleres, almacenes, sala de máquinas y oficina técnica.
C	Convergencia de las corrientes provenientes de las líneas verde y roja.
D	Sólidos sedimentados se recirculan a la zona I, por canaleta.
E	Corriente de agua clarificada procedente del clarificador.
F	Corriente de agua clorada. Se conduce hasta colectora cloacal.
1 y 2	Bombas elevadoras.

Fuente: Elaboración propia.

## 1.6 Planta de tratamiento de efluentes industriales.

### 1.6.1 Descripción y funcionamiento de las instalaciones existentes.

La memoria descriptiva del establecimiento suministrada por la Empresa como parte de la información solicitada para el presente trabajo tiene una datación cercana a las seis décadas. En la actualidad y en base a reiteradas visitas a la cooperativa, se verificó que las operaciones que allí se realizan no coinciden con lo descrito en la redacción de las

## INTRODUCCIÓN

actividades que se consideraban implementar en sus comienzos. Es necesaria la explicación de la operatoria real del uso de las instalaciones para comprender el porqué de las medidas sugeridas en este trabajo para la mejora en la eficacia y eficiencia de los procesos en el tratamiento de efluentes industriales del frigorífico de carne vacuna. Los residuos de materia orgánica e inorgánica provenientes del proceso productivo (Fig. 5) definidos en cada etapa del diagrama de flujo, son conducidos a la planta de tratamiento por dos líneas independientes: línea verde y línea roja que convergen a un área que ocupa aproximadamente  $525\text{m}^2$  ( $17,5\text{m} \times 30\text{m}$ ). Su diseño consiste en una construcción sólida de cemento de unos  $20\text{m}^2$  dividida en tres sectores de profundidad entre 1 y  $1,5\text{m}$  (Fig.5). De acuerdo al procedimiento redactado en la memoria descriptiva esta zona actúa como sedimentador primario para retener los sólidos sedimentables finamente divididos que no quedaron retenidos en las zarandas. Las observaciones realizadas en el sitio de operación indican la ausencia de estas zarandas, de hecho, ambas líneas roja y verde convergen mezclándose sin un tratamiento previo individual en la zona (I). Contiguo a la zona (V) se eleva un clarificador o sedimentador circular de dimensiones ( $\Phi=7\text{m}$ ;  $h=5\text{m}$ , aproximadamente) con reciclo y de forma troncocónica que opera con el principio de separación por gravedad. Esta unidad con una capacidad de aproximadamente  $190\text{m}^3$  se utiliza para la clarificación o espesamiento de sólidos y para la remoción de sólidos en suspensión de menor densidad que el agua como las grasas y aceites. El equipo se compone de: una bomba de alimentación que impulsa al afluente acondicionado por un tubo inyector hacia el centro de distribución del clarificador; una bomba de recirculación que toma un 25% del afluente; un tubo inyector mezclador que mezcla uniformemente el agua saturada con el aire comprimido a la presión de trabajo; una rastra o barredor de superficie que rota sobre un eje central a una velocidad de aproximadamente  $0.02\text{m/s}^5$  y conduce a las partículas de menor densidad que flotan en la superficie hacia un canal circular o vertedero ubicado en el espacio entre la pared interna y externa del clarificador, por acción de fuerzas centrífugas debidas a la acción del agitador mecánico; una rastra de fondo solidaria al eje para la remoción de los sólidos sedimentados hacia la tolva central. El tiempo de permanencia en la cámara de sedimentación es cercano a 24 horas. Un aspecto beneficioso a considerar es la lentitud de giro de la rastra de superficie debido a la futura necesidad (si se implementa el uso de un coagulante) de evitar la ruptura de los flóculos

---

<sup>5</sup> Fuente: memoria descriptiva del establecimiento.

## INTRODUCCIÓN

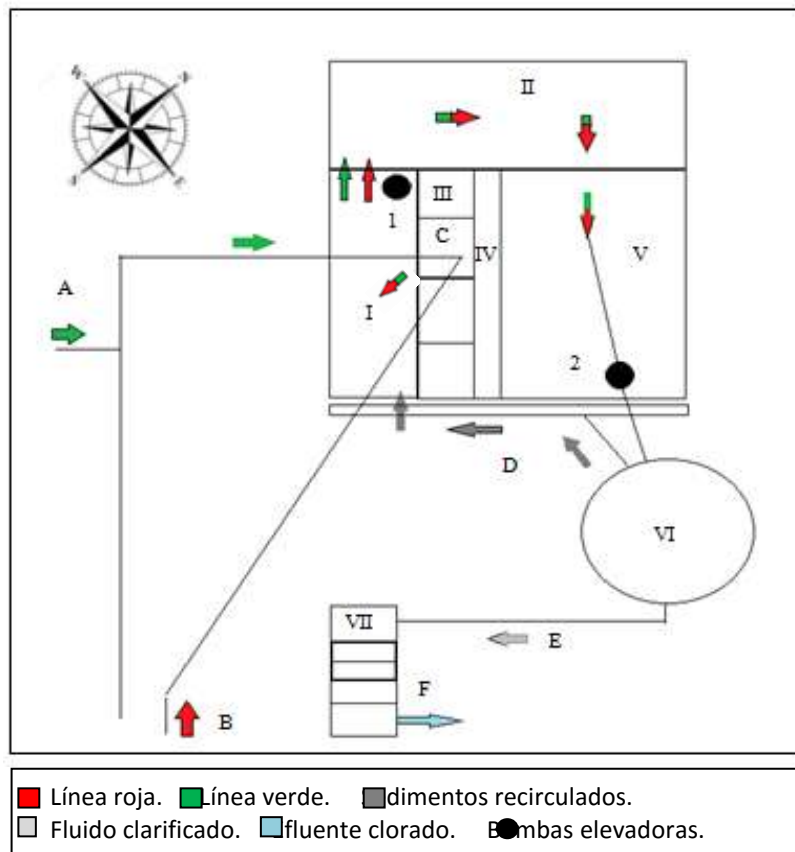
originados por la agregación de partículas para que éstas puedan ser removidas eficazmente. Cabe mencionar que en la redacción de la memoria descriptiva en sus orígenes se pensaba utilizar este equipo como una Unidad de Flotación de Grasas tipo DAF lo cual habría sido conveniente como parte del tratamiento primario, sin embargo esta modificación nunca se llevó a cabo. El lecho de lodos formado por las partículas de densidad superior a la del agua ubicado en la base del clarificador es extraído por drenaje y recirculado mediante canaletas de cemento hacia la zona (I) reiterando el proceso con los nuevos efluentes provenientes de la faena. El agua considerada como clarificada se conduce por una tubería de sección circular hasta el área de desinfección por cloración y el efluente clorado es conducido por ductos hasta su vuelco a la red colectora municipal. La faena se realiza los días martes y jueves comenzando con la recepción de los animales a las 11hs. (AM) y finalizando aproximadamente a las 4hs. (PM) por lo cual a medida que transcurren las operaciones correspondientes a cada etapa, los efluentes comienzan a acumularse en la zona (C) hasta completar un 97% de su capacidad en una serie de cuatro compartimientos individuales de cemento con un volumen aproximado de  $2\text{m}^3$  los que operan por rebalse con el objetivo de producir la flotación de las grasas en superficie, las cuales se retiran con asistencia manual hacia un compartimiento de  $12\text{m}^3$  (IV). La permanencia de los efluentes en la zona (I) es de 21hs., transcurrido ese tiempo se reanudan las actividades a las 8hs. del día siguiente a la faena, en el que un operario a cargo de la planta inicia el funcionamiento de una bomba elevadora (1) que bombea al fluido a la zona (II) en aproximadamente 3hs. Desde el punto de vista operativo el uso dado a la zona (I) es el de sedimentar parte de los sólidos que ingresan con el flujo de ambas líneas dado el prolongado período de permanencia del fluido estanco. En la memoria descriptiva se explica que a esta área concurren las dos líneas tratadas previamente y en forma individual en un pre tratamiento que consiste primeramente en la interposición de rejas finas de hierro con separación entre barrotes de 0.02m a fin de retener las partículas de mayor tamaño (no se especifican las dimensiones) destinadas al digestor y posteriormente, se utilizan zarandas vibratorias en las que se depositan los sólidos que no se retuvieron en las rejas para luego destinarse su uso como abono, entre otros. El objetivo entonces del pre tratamiento es el de separar los sólidos de mayor volumen para que en la zona (I) sedimenten las partículas que no quedaron retenidas en las zarandas. El inconveniente radica en que este pre tratamiento no se realiza en la actualidad y además no están instaladas las rejas ni las zarandas, es decir, que a la zona de sedimentación primaria

## INTRODUCCIÓN

llegan ambas líneas en ausencia de operaciones físicas previas. Por otra parte, la operación de sedimentación en la zona (I) deja por más de ser eficaz debido a que para que la misma sea efectiva requiere de la etapa de pre tratamiento (tamizado y flotación), de las operaciones de coagulación y floculación (Fig.4) y del diseño adecuado de un sedimentador de acuerdo a la Ley de Stokes (A – 6.4) para el tamaño crítico de partícula a definir en el proceso (lo cual se propone como parte de las recomendaciones de mejora).

Además de esto, el accionar de la bomba produce el movimiento del fluido dejando a una cierta cantidad de partículas sedimentadas nuevamente en suspensión. Es evidente entonces que la zona (I) funciona meramente como un contenedor del flujo total que converge a la planta de tratamiento y que por razones que posiblemente se relacionen a una decisión de la Dirección o por falta de capacitación del personal sobre el proceso, se le dé al

fluido un tiempo de permanencia de 21hs. cuando en realidad puede ser procesado en forma continua. Luego del pasaje del efluente a la zona (II) el remanente de sólidos debe ser retirado mediante lavado manual con manguera para agua a alta presión permaneciendo en esta área hasta ser mezclado con el flujo procedente de la próxima faena reiterando todo el proceso. Esta última acción demanda aún más tiempo y trabajo en forma de horas hombre sumado al día de espera para obtener un resultado ineficiente. Se evalúa como no positivo al trabajo de remover los sólidos utilizando una manguera a alta presión pues se resuspenden sólidos y se solubiliza carga contaminante además del



**Figura 5.** Esquema de la planta de tratamiento de efluentes industriales. Fuente: Elaboración propia en base al plano original de las instalaciones (FRIGORE, 2016).

## INTRODUCCIÓN

consumo innecesario de agua. Los sólidos orgánicos en la zona (II) forman un lecho o torta de sedimentos con espesor de un metro aproximadamente como resultado de las sucesivas faenas, mientras que la fase líquida percola y pasa a la zona (III) a través de una abertura en la pared de contención que posee rejas fijas de hierro asumiendo que operan a modo de tamiz. El líquido con menor contenido de sólidos se transfiere al clarificador (IV) por la acción mecánica de una bomba elevadora (2). El tiempo de permanencia del fluido en el clarificador es de aproximadamente 24hs. y es utilizado para una segunda sedimentación de sólidos con recirculación de barros a la zona (I), estos últimos reincorporados al proceso. Por último, el fluido aparentemente clarificado se conduce a una cámara de contacto de capacidad  $75\text{m}^3$  (VII) con un tiempo de permanencia 20min. para su desinfección con solución de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) (Hoja de seguridad, S – V-2) y posterior vuelco a la red colectora municipal. Se observa entonces la ausencia de un tratamiento secundario o tratamiento biológico, en el cual, el efluente se coloca en contacto con microorganismos aeróbicos, anaeróbicos o facultativos (dependiendo el tratamiento) que utilizan los nutrientes contenidos en el mismo para el desarrollo de sus funciones metabólicas y degradar los contaminantes estabilizando la materia orgánica llevándola a estructuras moleculares más simples y estables como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e iones fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Esta metodología se utiliza luego de los tratamientos físicos, y físico-químico debido a que aún queda como remanente cierta cantidad de sólidos orgánicos solubles, sólo reducidos por formas vivas microscópicas. De acuerdo a la documentación analizada sobre el sistema de tratamiento de efluentes, el proceso debería contemplar una etapa de pre tratamiento seguida de un tratamiento primario y finalmente un tratamiento secundario. La observación *in situ* indica la ausencia de estas operaciones reuniéndose ambas líneas verde y roja de manera conjunta en la zona (IV-C), siguiendo un circuito que se aleja en gran medida del funcionamiento de una planta de tratamiento de desechos industriales. En la Tabla 4 se describen las zonas y equipos de la Planta de Tratamiento de Efluentes.

## INTRODUCCIÓN

### 1.7 Objetivos generales

- Analizar y evaluar el funcionamiento del sistema de tratamiento de efluentes existente en la industria de procesamiento integral de carne de ganado vacuno.
- Realizar el diagnóstico de la carga contaminante del efluente líquido a partir de ensayos fisicoquímicos de laboratorio.
- Estimar los costos para el desarrollo del proyecto.

### 1.8 Objetivos específicos

- Proponer medidas de mejora integral de las operaciones del proceso y alternativas para la reutilización de efluentes de la línea roja como subproducto de la industria frigorífica.
- Confeccionar el Manual de Seguridad e Higiene para los trabajadores que desempeñan funciones en el área de tratamiento de efluentes.

## INTRODUCCIÓN



## 1.9 Ordenamiento del trabajo

La detección de la problemática existente en una empresa perteneciente al sector cárnico marplatense y la factibilidad de realizar la vinculación de la industria con la Universidad Nacional de Mar del Plata a través de la Facultad de Ingeniería condujeron a la concreción de este trabajo de postgrado que presenta la información ordenada en seis secciones detalladas a continuación. La *Introducción*, en la que se realiza una breve reseña histórica sobre los comienzos del frigorífico hasta la actualidad siguiendo con la descripción y categorización de las instalaciones, el proceso productivo y el diseño y funcionamiento de la planta de tratamiento de efluentes que devienen de las operaciones de faena; el *Marco Teórico*, en el que se citan los fundamentos bibliográficos que sustentan las bases de las propuestas de mejora y reúso de los flujos de proceso como subproductos en diversas aplicaciones industriales; el *Desarrollo*, describe la metodología y materiales utilizados en la toma de muestra del efluente, los resultados de los análisis fisicoquímicos, las medidas preventivas y correctivas en la planta de tratamiento, la referencia a el manual de seguridad e higiene y el cálculo estimado de los costos de las mejoras propuestas; la *Conclusión*, que presenta la síntesis de los aspectos relevantes evaluados en los sucesivos pasajes del informe; la *Bibliografía* asociada y como culminación el *Anexo*, cuyo contenido reúne la información adicional utilizada en la confección del presente trabajo y el desarrollo del Manual de Seguridad e Higiene Laboral.

## INTRODUCCIÓN

## 2. MARCO TEÓRICO

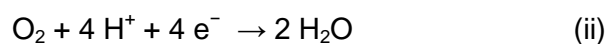
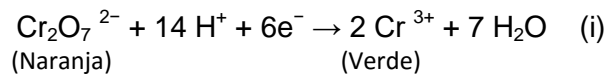
Los efluentes de la industria frigorífica resultan de procesos que involucran operaciones con una elevada concentración de materia orgánica provenientes tanto de los sectores faena y corrales, como de diversas áreas de las instalaciones. Se dividen en cuatro clases: aguas rojas, aguas verdes, aguas cloacales y aguas pluviales. Las aguas denominadas rojas son generadas fundamentalmente en la playa de faena en las operaciones de desangrado y desposte conteniendo principalmente material lipídico y proteico. Las aguas denominadas verdes provienen del sector de lavado y acondicionado de las vísceras y del lavado de corrales, presentando un alto contenido de material sólido lignocelulósico y graso. Las aguas cloacales deben su origen a los servicios sanitarios y vestuarios; las aguas pluviales varían su caudal de acuerdo a la intensidad de las lluvias, sin embargo en el establecimiento bajo estudio, las redes cloacal y pluvial no se conducen a la planta de tratamiento debido a que forman parte de circuitos independientes que se mezclan con el efluente tratado antes de su disposición final en la red colectora municipal. El flujo que converge al área de tratamiento resulta de una combinación compleja de sólidos solubles y en suspensión. La utilización de sistemas biológicos directos para el tratamiento de estos efluentes presenta una serie de limitaciones como consecuencia del material sólido presente, fundamentalmente grasas (Martínez *et al.* 1996), lo que hace necesaria la implementación de pre- tratamientos y tratamientos primarios eficientes como primer paso. La razón de su uso, se debe a que los sólidos transportados en las aguas residuales tienden a desintegrarse y fracturarse la mayoría de las veces, lo cual aumenta los incidentes por ensuciamiento, alterando y deteriorando el funcionamiento de los sistemas de bombeo hasta su ruptura. La remoción temprana de sólidos está asociada a un menor consumo de energía y reactivos y un menor tiempo dedicado a operaciones de mantenimiento (Walker, 2001). En el tratamiento primario se realiza la operación de sedimentación, para la cual, se utilizan equipos decantadores de geometrías variadas: circulares (los más frecuentes), rectangulares o cuadrados. La materia orgánica en suspensión, sedimenta en forma de barros o lodos en un período de 2hs. aproximadamente. Estos lodos son extraídos desde el fondo mediante palas o barredores automáticos en profundidad, para luego ser procesados como lodos primarios, los que una vez tratados, pueden ser reutilizados en usos agrícolas como compost (Leschber, 2002). Los tratamientos primarios permiten reducir la concentración de sólidos en suspensión y la  $DBO_5$ ; minimizar la cantidad de lodos

### MARCO TEÓRICO

activados; separar la materia orgánica superficial por flotación y homogeneizar parcialmente los caudales y carga orgánica. Estos procesos proporcionan a las aguas residuales las condiciones necesarias para que pueda someterse a posteriores tratamientos secundarios biológicos convencionales, cuyo propósito es reducir los contenidos de materia orgánica y de sólidos suspendidos no removidos en el tratamiento primario (Kiely, 1999). En el tratamiento secundario el efluente es sometido a procesos biológicos, y su finalidad, es la de reducir los contenidos de materia orgánica y de sólidos suspendidos no removidos en el tratamiento primario. El material orgánico solubilizado o en estado coloidal, puede ser utilizado como fuente de nutrientes para el crecimiento de microorganismos existentes en el medio, quienes por acción metabólica los transforman en parte, en subproductos gaseosos e incrementan a su vez el número de células vivas (Zaror, 2000). El objetivo principal de este proceso es la reducción del valor de  $DBO_5$ , es decir, biodegradar la materia orgánica en productos como  $H_2O$ ,  $CO_2$  y biomasa (Kiely, 1999). Ensayos batch a escala de laboratorio indican una conversión de este tipo de sólidos en metano del orden de 50% (Sayed *et al.*, 1988) y utilizando reactores anaerobios de tipo manta de lodos, con tiempo de estadía de dos días, reportan degradaciones de DQO insoluble del orden de 80% (Martínez *et al.*, 1996). Estos resultados indican que diseñando adecuadamente el sistema biológico es posible obtener un porcentaje elevado de degradación del material particulado. Las determinaciones fisicoquímicas son indicadores de la eficacia del tratamiento. Los parámetros globales principales que determinan la magnitud contaminante y las características de tratamiento de las aguas residuales son: la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y de acuerdo a la legislación vigente de la Provincia de Buenos Aires, los Sólidos Sedimentables (SS). La prueba de la DBO, se desarrolló originalmente como indicador de los efectos de las descargas tratadas de aguas residuales con respecto al oxígeno disuelto en los cuerpos receptores (Green *et al.*, 1981) como medida indirecta de la concentración de carga contaminante biodegradable. La British Comission of Sewage Disposal, popularizó el uso de la  $DBO_5$  a  $20^\circ C$  porque ninguno de los ríos de Inglaterra tiene un tiempo de flujo hasta el mar mayor de 5 días y la temperatura media del verano inglés es aproximadamente  $18^\circ C$  (Metcalf y Eddy, 1985). Se ha aceptado como estándar un periodo de incubación de 5 días y una temperatura de  $20 \pm 1^\circ C$ . Sin embargo posee una serie de limitantes: a) la necesidad de disponer de una alta concentración de bacterias activas y aclimatadas que se utilicen como inóculo, b) se requiere de un pretratamiento si la muestra presenta residuos tóxicos, c) se debe reducir los efectos de los organismos nitrificantes, d) el periodo de cinco días puede o no corresponder al punto en el que la materia orgánica soluble presente haya sido utilizada. g) los resultados no dan una indicación de la tasa más alta de oxígeno, a menos que ésta se determine en

## MARCO TEÓRICO

intervalos diarios durante un periodo de tiempo en lugar del estándar de cinco días (Fair et al., 1984). Por estas razones la DBO se correlaciona con otros parámetros como la DQO y SS de manera de reducir sus desventajas. La DQO es un ensayo químico que intenta determinar la DBO última a tiempo infinito por oxidación en medio muy agresivo: ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) como oxidante energético y catalizadores. Por calentamiento a unos  $150^\circ\text{C}$  durante unas dos horas, el ion dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) de color naranja (Fig.6B), se transforma en ion cromo trivalente ( $\text{Cr}^{3+}$ ) según la semirreacción (i):



Las diferencias de color se relacionan con el consumo de oxígeno del dicromato, que a su vez es proporcional a la carga contaminante oxidable. Este método se basa en que todos los compuestos orgánicos pueden oxidarse a dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), por acción en medio ácido de agentes oxidantes (Dean Adams, 1990). Así, los valores de la DQO son superiores a la DBO y están en proporción a la mayor o menor cantidad de materia orgánica resistente a la oxidación biológica. El costo del equipo y el tiempo son menores en la prueba de la DQO y sus condiciones de oxidación son más efectivas al abarcar un mayor espectro de compuestos químicos principalmente en ciertos desechos con sustancias tóxicas, en donde la DQO puede ser el único método para determinar la carga orgánica presente. Los resultados de la DQO, sumados al oxígeno equivalente para lograr la oxidación del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) pasando a formar nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y del nitrógeno orgánico (aminas, amidas, imidas, compuestos diazóticos); se consideran como una muy buena estimación de la DBO última para los efluentes municipales. La posibilidad de correlacionar la DQO con la DBO resulta de utilidad debido a que la DQO puede determinarse en 3 horas, mientras que la DBO requiere de un estándar de 5 días. Establecida la correlación, las medidas de DQO se utilizan como indicadores de funcionamiento de la planta de tratamiento (Metcalf & Eddy, 1985), por tratarse de la prueba más práctica y conveniente debido a su rapidez de determinación y su utilidad para describir los cambios en la concentración de sustrato, el cálculo de la tasa de remoción de sustrato y la producción de biomasa. Los Sólidos Sedimentables (SS) constituyen la materia orgánica e inorgánica medida por sedimentación en un cono de Imhoff, a partir de una suspensión a los diez minutos y a las dos horas. Se solicitan por razones regulatorias que no aceptan efluentes con sólidos sedimentables a los diez minutos y sí a las dos horas.

## MARCO TEÓRICO

En la provincia de Buenos Aires los límites de descarga de efluentes líquidos fijados por la Ley 5965 y decretos reglamentarios, se contemplan diferentes valores de parámetros según sea el cuerpo de agua receptor (Anexo, A – 6.1). En la ciudad de Mar del Plata el ente municipal regulador de servicios sanitarios O.S.S.E. (Obras Sanitarias Sociedad de Estado), fundado en 1984 por Ordenanza del Concejo Deliberante de la Municipalidad de General Pueyrredón es el que tiene como objeto la prestación, administración, explotación, mantenimiento, control, ampliación, renovación, construcción, investigación y aplicación de nuevas tecnologías de los servicios de provisión de agua potable, desagües domiciliarios, cloacales, industriales y/o de cualquier otro carácter así como la explotación, captación y utilización de aguas destinadas a tal fin. Si bien el alcance del presente trabajo se limita al análisis del área de tratamiento de efluentes, es pertinente mencionar que una contribución a la reducción de los vertidos de la planta frigorífica es controlar que los programas de prerequisites estén implementados en forma adecuada en el proceso de faena, lo cual puede formar parte de estudios de mejora posteriores. En la industria de alimentos los programas de prerequisites BMP (Buenas Prácticas de Manufactura) o GMP (Good Manufacturing Practices, por sus siglas en inglés), y los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento) o SSOP (Sanitation Standard Operating Procedures); constituyen la base de los sistemas de gestión de la calidad en la ingeniería de procesos y elaboración de productos alimenticios. Las BPM son un conjunto de acciones y previsiones orientadas a garantizar la inocuidad de los alimentos, evitando su contaminación, deterioro o adulteración, siendo sus incumbencias, desde el diseño y construcción de plantas y equipos, hasta la capacitación del personal, en técnicas adecuadas y eficaces de manipulación alimentaria aplicadas a los procesos de producción; y de cumplimiento obligatorio, según lo establece el capítulo II del Código Alimentario Argentino (C.A.A.), y en el Codex Alimentarius, código internacional que consiste en una recopilación de normas alimentarias y prácticas de aplicación tendiente a asegurar la inocuidad y aptitud de los alimentos para su consumo. Los POES son procedimientos que describen las tareas de saneamiento aplicados antes, durante y después de las operaciones de elaboración. El registro y documentación de estos procedimientos permiten establecer si el proceso de producción se lleva a cabo en forma eficiente. El tratamiento de efluentes se puede comprender como un sistema formado por un conjunto de medidas higiénico-sanitarias y de diseño de procesos, que tienden a disminuir o reducir el impacto de la actividad industrial sobre el medio ambiente. El desarrollo sostenible se entiende como la conservación del suelo, el agua y los recursos genéticos animales y vegetales, que no degrada al medio ambiente, es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable (Artaraz, 2002).

## MARCO TEÓRICO

La definición de una política ambiental a nivel de la organización es un requisito de los sistemas de gestión ambiental certificados como ISO 14001, que definen instrumentos de política y principios ambientales integradores que permiten la participación de diversas disciplinas. Estos principios son: Responsabilidad; Prevención; Sustitución (que exige reemplazar sustancias peligrosas por sustitutos menos contaminantes y procesos de alta intensidad energética por otros más eficientes, siempre que estén disponibles); “ *El que contamina, paga*” (cuando no se puede prevenir el daño ambiental); Coherencia (que requiere la coordinación de la política ambiental con otros departamentos y la integración de cuestiones ambientales en otros campos); Cooperación (donde es indispensable la integración de grupos sociales para definir objetivos ambientales) y la política ambiental debe basarse siempre en los resultados de investigaciones científicas (2). Las Buenas Prácticas Ambientales (BPA) consisten en un conjunto de medidas y acciones eficaces, que actúan en forma preventiva sobre los aspectos involucrados en un proceso productivo para contribuir con el cuidado del medio ambiente. Entre sus objetivos se contemplan: la reducción del consumo de agua, energía eléctrica y gas; la minimización de las emisiones atmosféricas, suelo y cursos de agua; y el reciclado. Estas acciones benefician a la empresa desde el punto de vista legal<sup>6</sup>, favorecen las condiciones de seguridad en su entorno, reducen sus costos y le otorgan el rol de compromiso empresarial con el ecosistema (10). De esta manera, gestionando los aspectos ambientales se reducen las externalidades negativas del proceso productivo dando un valor agregado a los productos. En estos puntos la empresa en estudio aún no cuenta con las medidas implementadas, sin embargo, la presencia de una planta de tratamiento de efluentes constituye un paso para capacitar al personal sobre la relación existente entre las BPA y el tratamiento y disposición final de los desechos industriales. Un aspecto a considerar es la reutilización como subproductos de los efluentes que se desprenden de las tareas de faena antes de ser conducidos a la planta de tratamiento, principalmente el flujo correspondiente a la línea roja. Esto contribuiría a una reducción del volumen de vertidos a tratar, ahorraría tiempos de proceso, minimizaría los costos de producción y transformaría lo que inicialmente se asumía como desecho industrial en un subproducto potencialmente comercializable. La sangre de ganado vacuno es un subproducto que se obtiene luego del sacrificio de las reses, la cual se considera apta para consumo humano, una vez se somete a estrictos tratamientos y controles higiénico - sanitarios. El interés en el aprovechamiento de subproductos

---

<sup>6</sup> Ley General del Ambiente (Ley 25.675).

agroindustriales ricos en proteínas ha conducido a desarrollar procesos de obtención de concentrados y aislados proteicos y al estudio de la mejora de las propiedades funcionales de las mismas (Vioque et al, 2001). Según A. Laca menciona que *“El subproducto líquido principal que se obtiene del sacrificio de los animales es la sangre y que aproximadamente por cada 100 kg de peso vivo se obtienen 60 litros de sangre, de los que durante el desangrado, se recoge aproximadamente el 50%...”*<sup>7</sup>. Subproductos como la hemoglobina y el plasma bovino pueden ser utilizados como *commodities* para múltiples usos industriales. A modo de ejemplo, la sangre bovina deshidratada se ha utilizado como materia prima en el desarrollo de productos fortificados para la alimentación humana (Ajenjo et al., 1985), y animal (Quintero Gutiérrez et al., 2008).

## 2.1 Harina de sangre y plasma sanguíneo deshidratados como alternativas de uso de la sangre bovina

### 2.1.1 Harina de sangre o concentrado de hemoglobina bovina.

Los problemas ambientales ocasionados por los establecimientos de faena de bovinos constituyen un inconveniente a nivel nacional e internacional. A modo de ejemplo, en Ecuador [21] se ha diseñado una planta industrial para la elaboración de sangre deshidratada, utilizando como materia prima la sangre procedente de las faenas bovina y porcina. La harina de sangre es un subproducto de la industria cárnica con un alto contenido proteico, que se obtiene por la deshidratación, con un rendimiento de 2,8 kg por animal sacrificado (Maza Angulo, 2006). En promedio, cada 1000g de sangre deshidratada, se obtienen 185g (75 a 85%) de proteínas (Madrid, 1999). Las proteínas de la sangre han sido empleadas como ingredientes en los alimentos, tanto por sus propiedades funcionales (Caldironi y Ockerman, 1982 a, b), como por su valor nutritivo (Delaney, 1975; Del Río de Reyes et al, 1980).

### 2.1.2 Plasma sanguíneo.

El plasma sanguíneo es la fracción de la sangre de la cual se han extraído por centrifugación los elementos celulares, pero se diferencia del suero, debido a su contenido de fibrinógeno. Como la sangre coagula en los tres a diez minutos siguientes del sangrado animal (Paredes, 2003), inmediatamente luego de su recolección, se le inyecta un

---

<sup>7</sup>Laca A., Díaz M. y Rendueles M. Alternativas e implicaciones medioambientales de la gestión de residuos en la industria cárnica. En: Alimentación, Equipos y tecnología. Madrid: 2004; (abr.). p. 96.

anticoagulante (normalmente citrato sódico) y después se procede a la separación centrífuga para obtener por un lado plasma (60-70% de la sangre original) y corpúsculos rojos (30-40%) (Madrid, 1999). El plasma es un subproducto altamente nutritivo debido a que posee 7.9% de proteínas, siendo las principales: albúminas (3.3%), Inmunoglobulinas,  $\alpha$  y  $\beta$  globulinas (4.2%), y fibrinógeno (0.4%) (Halliday, 1975; Howell y Lawrie, 1983). El plasma deshidratado posee, en promedio, 7% de humedad, 80% de proteínas, 7.9% de minerales y 1% de grasas (Caldironi y Ockerman, 1982 a). En la industria de alimentos estos subproductos se emplean por sus propiedades gelificantes y emulsificantes; para la elaboración de productos cárnicos (Alencar, 1983), panificados (Asenjo et al. 1985; Lee et al., 1993) y productos fortificados (leche, formulas para lactantes). En la industria química, para la fabricación de pegamentos y detergentes, y en la industria farmacoquímica, principalmente para la obtención de albúminas, globulinas, trombinas, diastasas y en la formulación de fertilizantes por su elevado contenido de nitrógeno. Ambas alternativas de reutilización de las aguas denominadas rojas requieren de la presentación de la propuesta a la Dirección por parte de un profesional idóneo, Ingeniero en Alimentos, y los motivos de su conveniencia, basados en el estudio del mercado nacional e internacional. Llevará asociado el diseño de las líneas de proceso, y de ser necesario, de los equipos constituyentes; las medidas higiénico-sanitarias y de seguridad a implementar; el cálculo estimado de los costos implicados en el proyecto; su rentabilidad; y finalmente, la aceptación por parte de la empresa. Lo anteriormente mencionado no forma parte de los objetivos del presente trabajo.



### 3. DESARROLLO

#### 3.1 Análisis fisicoquímicos.

La toma de muestra del efluente se realizó previamente a la cloración de fluido y se utilizó un recipiente plástico estéril de capacidad 5L (bidón Boca Beri 30inv.P/150g) (Fig.6C), el cual se sumergió completamente en el sistema de retención del flujo procedente del clarificador con inmediato traslado al laboratorio. Los resultados de los ensayos fisicoquímicos se observan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Determinación de la demanda Química de Oxígeno (DQO) y de los Sólidos Sedimentables (SS) (FRIGORE, 2016).

Parámetro	Concentración		Análisis fisicoquímico
	[mg/L]	[mL/L]	
<b>DQO (Promedio)</b>	1280		Método colorimétrico. Análisis N°5220 de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
<b>SS (2 hs.)</b>	VESTIGIOS		Método N°2440 de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
<b>SS (10 min.)</b>		2,5	

*Fuente:* elaboración propia en base a los datos obtenidos del laboratorio (GIB), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, 2016.

Al comparar los resultados del análisis, se observa que el contenido de DQO en la muestra de efluente supera el límite establecido por la Ley 5965 de la Provincia de Buenos Aires (A-6.1) de descarga al cuerpo receptor colectora municipal ( $DQO \leq 200 \text{ mg/L}$ ). Los sólidos sedimentables (ss) a las 2hs. representaron concentraciones no significativas respecto al límite  $ss \leq 5 \text{ mL/L}$  de la normativa, sin embargo, los sólidos sedimentables (ss) a los 10min. no cumplen con la reglamentación provincial: ausencia en colectora cloacal. Esta situación implica la necesidad de establecer e implementar medidas correctivas para los parámetros que se encuentran fuera de las especificaciones.

#### 3.2 Medidas preventivas y correctivas.

Como se explicó en párrafos anteriores se ha observado que el área destinada al tratamiento de los efluentes y sus pre-existencias ha sido adaptada para intentar reproducir parte de las operaciones que se llevan a cabo en una planta diseñada adecuadamente

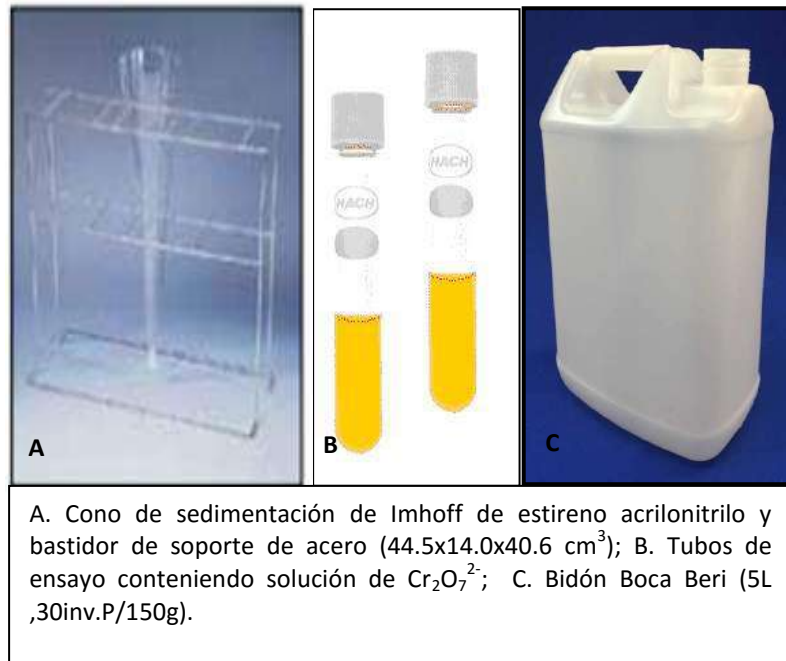
### DESARROLLO

para tal fin, pero sobre esto se entrevistó, que se realizan operaciones rutinarias sin tener realmente claros los fundamentos y objetivos de cada etapa, lo cual puede ser motivo de los valores elevados obtenidos en los ss (10min.) y la DQO. Las medidas de mejora a proponer inicialmente tienden a hacer uso de la capacidad existente instalada recurriendo a modificaciones materiales de pequeña envergadura en términos de costos y a establecer criterios conceptuales en la operatoria de trabajo para determinar si es factible obtener resultados en los parámetros de ss (10min.) y DQO que cumplan con los requisitos exigidos por la legislación. Se considerarán los Puntos de Control (PC): Concentración de Sólidos en Suspensión y DQO debido a que ambos parámetros están interrelacionados. Para ello, se hará enfoque sobre las

Medidas Preventivas en la Planta de Faena y las Medidas

Correctivas en la Planta de Tratamiento de Efluentes. Cabe mencionar que dadas estas sugerencias, las acciones sólo son comprobables si se realiza un seguimiento de las mejoras implementadas en un período determinado, que incluyan la toma de muestras y análisis fisicoquímicos del efluente, lo cual no constituye parte de los objetivos del presente trabajo. Luego de observar el proceso y la disimilitud entre un sistema de tratamiento de efluentes industriales y la planta de tratamiento del establecimiento frigorífico estudiado, se presentaron ciertas inconsistencias:

- El efluente resultante de las Líneas A y B que converge a la Zona I, indicado como flecha combinada en colores rojo-verde en la figura 5, carece de la etapa de tamizado. La función de las áreas que ocupan las Zonas I,II, y III; es la de filtrar el flujo de proceso en forma inapropiada, principalmente por la acción de un bomba elevadora que bombea el fluido desde la Zona I a la Zona II; y consecutivamente por la formación de una torta de sólidos de un espesor estimado en un metro, que deja sin efecto el filtrado. La acumulación excesiva de estos sólidos produce la



**Figura 6.** Materiales y reactivos empleados en los análisis fisicoquímicos y en la toma de muestra del efluente (FRIGORE, 2016).

Fuente: elaboración propia.

## DESARROLLO

proliferación de microorganismos anaeróbicos en profundidad y aeróbicos, los que utilizan los macro y micronutrientes presentes en la carga contaminante para su crecimiento y desarrollo aumentando la formación de productos como resultado de sus funciones metabólicas, lo cual no debe suceder en las etapas de un pre tratamiento, sino tener lugar en un tratamiento secundario (biológico). A su vez, el contenido de compuestos nitrogenados en contacto con oxígeno produce nitrificación por oxidación. La presencia de otras formas de vida como aves y animales de campo que utilizan la parte sólida de la superficie como fuente alimenticia, contribuyen con la formación de mayor cantidad de desechos por sus propias excreciones. Estas razones evidencian que el líquido que fluye a la Zona III, probablemente contenga igual o mayor concentración de sólidos, resultando nuevamente ineficaz la operación.

- El afluente ingresa al clarificador principalmente en ausencia de las etapas previas de flotación, coagulación y floculación las que son necesarias para que al sedimentador llegue un flujo con menor contenido de sólidos a tratar. La operatoria actual vuelve ineficiente a la operación de sedimentación debido a la alta carga de materia orgánica contenida en el flujo de proceso, la cual consiste en una mezcla de partículas sólidas de densidades y tamaños de gran disimilitud. Esto sumado a la recirculación equívoca e innecesaria a la Zona I de los barros sedimentados, son causa probable de que los resultados de los análisis fisicoquímicos de ss (10min.) y DQO estén fuera de los rangos permisibles (Anexo A - 6.1 ).
- El fluido clarificado parcialmente, se conduce directamente a la etapa de desinfección con hipoclorito de sodio, en ausencia de tratamiento primario y secundario y de un pre tratamiento incompleto.

### 3.2.1 Medidas preventivas en la planta de faena.

#### 3.2.1.1 Capacitación del personal en BPM y POES.

El entrenamiento continuo de los operarios para mantener las condiciones higiénicas en cada etapa del proceso constituye una de las medidas que contribuye a: reducir los sólidos que se eliminan por los sistemas de drenaje, minimizar la carga microbiana y el riesgo de contaminación biológica, principalmente. Para ello, es necesario que el personal tome conocimiento de las normas higiénicas en el proceso de elaboración, y si los tiene, es conveniente continuar con su formación mediante cursos de capacitación en programas de

## DESARROLLO

prerrequisitos dictados anualmente por un profesional idóneo en el tema. Crear hábitos y mantenerlos, es la tarea que más se dificulta en cuanto a trabajadores se refiere, los recordatorios permanentes ubicados en zonas visibles contribuye a modificar costumbres para ejecutar las tareas en forma eficiente. Por otra parte, es necesario colocar pictogramas de información visual sencilla, con protocolos de lavado de manos, cuchillos, afiladores y demás utensilios, como también, del uso diario y apropiado de maquinaria como hidrolavadoras para reducir el flujo de sangre y secreciones en los pisos y de palas recolectoras de materia sólida, proveniente de las rejillas de contención. Esto constituye parte de las actividades que deben efectuarse de manera sistemática y que requieren de un coordinador y supervisor que controle la ejecución de las BPM y los POES estableciendo acciones correctivas por incumplimiento de las mismas. Es necesario que estos procedimientos sean registrados y documentados para su evaluación periódica principalmente si existen cambios en las operaciones designando a un responsable del cargo. Se pueden considerar medidas como proporcionar incentivos económicos para motivar a los empleados al cumplimiento de estas normas, seleccionando el puesto de trabajo que mejor represente las condiciones higiénico-sanitarias, o de acuerdo a la tarea, reducir su jornada laboral permitiéndoles retirarse o ingresar una hora antes o después de su turno, respectivamente.

#### 3.2.1.2 Materiales y accesorios.

El uso de las instalaciones durante décadas y su escaso mantenimiento han contribuido al desgaste de los materiales en diversas formas físicas (deformación plástica, fractura por fatiga etc.) y químicas (oxidación, corrosión, entre otras); lo cual se evidencia, en las rejillas ubicadas en los pisos del sector de faena. Además del continuo flujo de circulación de agua; otros factores como el traslado de personal, la caída de objetos pesados, punzantes y el empleo de carros contenedores; han podido contribuir al deterioro de los sistemas de retención de sólidos y pasaje de aguas de proceso. Se sugiere realizar un relevamiento general de los sistemas de drenaje por cada etapa de faena de manera de localizarlos en un plano o esquema y sustituirlos por nuevos equipamientos en acero inoxidable como rejillas adaptables a los pisos existentes. Así se contribuirá a reducir en el efluente la materia orgánica que actualmente se filtra por accesorios defectuosos, quedando retenida para su recolección y posterior disposición como residuo urbano.

## DESARROLLO

### 3.2.2 Medidas preventivas y correctivas en la planta de tratamiento

Cada operación en una planta de tratamiento de efluentes está diseñada para reducir el contenido de sólidos en el flujo de proceso en forma sucesiva desde la primera etapa hasta su vuelco en la red colectora, a fin de evitar: un funcionamiento inadecuado por la acumulación excesiva de material particulado en los equipos, válvulas y sistemas de cañerías y la proliferación de microorganismos que utilizan la materia orgánica para sus funciones metabólicas, crecimiento y desarrollo. Con respecto a la operatoria de trabajo del establecimiento se detallan las siguientes observaciones:

Zona I: convergen las líneas roja y verde. Recibe la totalidad del efluente proveniente de la faena. La duración de esta etapa es de cuatro a cinco horas, aproximadamente. El fluido permanece estanco hasta el día siguiente en el que es proyectado por una bomba elevadora a la Zona II durante unas dos a tres horas. Ninguna operación física necesaria para el proceso se está produciendo en ese tiempo. Como se mencionó anteriormente la operación que aparentemente se desea realizar es el tamizado, o filtrado en este caso, de los sólidos. Por lo tanto, no debe utilizarse el bombeo hacia la Zona II, sino permitir que el flujo de efluente pase a la Zona II a través de las rejillas existentes en la pared divisoria entre ambas zonas. Sin embargo se detectaron tres inconvenientes:

- El deterioro químico de las rejas (oxidación y corrosión); (A- 6.3.5).
- La ausencia de mantenimiento preventivo de las rejas (limpieza).
- La existencia de una torta de sólidos de espesor estimado en un metro (en profundidad) en la Zona II (A- 6.3.2), que impide que el flujo pase a través de las mismas ralentizando la operación y manteniendo el fluido estanco en la Zona I.

los cuales pueden solucionarse de la siguiente manera:

- Sustituir las rejas existentes que comunican la Zona I con la Zona II y esta última con la Zona III, por nuevas.
- No bombear el efluente en forma mecánica de la Zona I a la Zona II. La operación de filtración tendrá lugar en el tiempo de permanencia del fluido en la Zona I si la Zona II se mantiene libre de sedimentos.
- Debe funcionar un servicio tercerizado o propio para retirar semanalmente los sólidos depositados en la Zona II. Esto contribuirá a la circulación eficiente del flujo

## DESARROLLO

procedente de la Zona I y a reducir la proliferación microbiana por acumulación excesiva de materia orgánica.

- Destinar los sólidos recolectados a reciclaje como abono orgánico o abonos verdes de forma que contribuyan tanto a reducir el impacto ambiental como a aumentar los ingresos por ventas de subproductos industriales.
- Implementar los programas de prerequisites, POES principalmente, para el mantenimiento preventivo de las pre-existencias y de los nuevos materiales adquiridos.

Zona IV: el flujo filtrado procedente de la Zona III se conduce al clarificador por acción de una bomba elevadora. Se propone realizar la coagulación-floculación en el propio equipo clarificador retirando por superficie las partículas agregadas de menor densidad que el agua, fundamentalmente las grasas, utilizando el barredor superficial existente y recolectando los sólidos sedimentados mediante el barredor de fondo. Esta medida se realiza en principio como opción tentativa a la mejora del tratamiento sin recurrir a la necesidad de rediseñar la integridad del proceso de acuerdo a la inquietud manifestada en su momento por la gerencia (Vega, C., com. pers.). Las principales variables de la operación son:

- La presión de inyección de aire: utilizar 40 a 60 psig (3 a 5 atm).
- La relación de reciclaje (uso de la recirculación de parte del líquido ya tratado): 30% a 40%.
- La velocidad de rebalse en el tanque de flotación: 0,04 a 0,16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> min.
- El tiempo de retención hidráulica: 20 a 60 min.
- Coagulantes: agregado de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (Sulfato de Aluminio) (Hoja de Seguridad, Anexo S-V-3). El material oleoso retirado en superficie y los lodos barridos en profundidad deben ser recolectados y separados del proceso en un contenedor de sólidos, y no ser recirculados al proceso, como se realiza actualmente. Los lodos sedimentados contienen aluminio por tanto requieren de un acondicionamiento posterior dadas sus características tóxicas y contaminantes. Existen alternativas de recuperación del sulfato de aluminio (Chu W., 1999; Westerhoff G.P., 1973; Rosero, 1998)<sup>8</sup>, mediante acidificación con ácido sulfúrico para su reutilización como

---

<sup>8</sup> Chu, W. Lead Metal Removal by Recycled Alum Sludge. Water Research. Volume. 33, Issue 13, 1999, Pages 3019-3025

Westerhoff, G. P. Alum Recycling: An Idea Whose Time Has Come, Water and Wastes Engineering., Issue 12, 1973, Pages 28-31 y 48

## DESARROLLO

coagulante, lo cual puede formar parte de las propuestas de mejora para la empresa a largo plazo, pero en principio, los lodos serán retirados por un servicio tercerizado para su tratamiento.

A modo de resumen se mencionan las medidas a realizar en el corto y largo plazo:

A corto plazo. Implica las acciones a realizar en forma inmediata sin recurrir al rediseño del proceso e introduciendo modificaciones de bajo costo. Esto incluye evitar el bombeo del efluente de la zona I a la zona II; retirar semanalmente los sólidos generados en la zona I por un servicio tercerizado; sustituir las rejas para filtración del fluido por nuevas; adicionar como coagulante al sulfato de aluminio dada su alta eficacia (Barrenechea A., 2004)<sup>9</sup> y bajo costo en el equipo clarificador; no recircular al proceso los lodos resultantes en este último, sino disponerlos en un tanque cilíndrico de fibra de vidrio o lamina de acero al carbón, de capacidad suficiente para contener el fluido de las dos faenas semanales hasta su retiro por servicio tercerizado, y por último realizar la toma de muestra previo a la cloración para sus análisis fisicoquímicos de DQO y Sólidos Sedimentables que confirmen si las mejoras propuestas alcanzaron resultados satisfactorios.

A largo plazo. Son las medidas que involucran el rediseño del proceso para mejorar su eficiencia, el aprovechamiento de los residuos del tratamiento como subproductos y nuevamente la capacitación del personal. Esto implica presentar a la empresa un plan de ejecución de obras por etapas que involucran las siguientes propuestas:

- Colocar zarandas vibratorias en la línea verde para la retención de los sólidos de mayor tamaño, los cuales serán retirados en forma manual por un operario que los colocará en una tolva a fin de disponerlos en superficies sementadas para su secado. De esta forma se reducirá la cantidad de material en el flujo de proceso. La materia orgánica resultante puede comercializarse como compost.
- Acondicionar el equipo clarificador como sistema de flotación de la materia grasa como inicialmente estaba detallado en la memoria descriptiva de la empresa.
- Incorporar los tanques agitados para la coagulación y floculación y un sedimentador.
- Determinar el tamaño crítico de partícula en el sedimentador.

---

Rosero, M. 1998. Recuperación de sulfato de aluminio de lodos generados durante el proceso de potabilización del agua. Tesis pregrado, Universidad Del Valle.

<sup>9</sup> Barrenechea, A. 2004. Capítulo 4: Coagulación. En: Cánepa L, Maldonado Víctor. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS/PUB/04.10.

- Realizar el análisis económico para relacionar el costo/beneficio de diseñar el proceso de recuperación de sulfato de aluminio contenido en los lodos resultantes de la operación de coagulación. Esto involucra tener en cuenta la reutilización del coagulante y el hecho de evitar el costo asociado a la contratación de un servicio para su tratamiento.
- Diseñar el proceso de obtención de deshidratado de hemoglobina y plasma bovino a partir del flujo proveniente de la línea roja como subproducto.
- Diseñar el proceso de tratamiento secundario o biológico evaluando el espacio existente disponible.
- Capacitación del personal a cargo de los nuevos procesos por profesional idóneo.

### 3.3 Manual de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En el Anexo A – 6.2 se encuentra confeccionado el Manual de Seguridad e Higiene para planta de tratamiento de efluentes del establecimiento FRIGORE cuya finalidad radica en identificar los peligros potenciales asociados a las actividades que se realizan en ése área a fin de disminuir el riesgo de probables contingencias, estableciendo medidas correctivas y preventivas necesarias para preservar la calidad de vida de los trabajadores a partir de la mejora de las condiciones del puesto de trabajo. Se entiende por calidad de vida en el trabajo al resultado del equilibrio entre los recursos que la empresa destina a su mantenimiento, expansión y aquellos que utiliza para retribuir el trabajo de sus empleados.

### 3.4 Propuestas operativas para la disposición final de los efluentes de las líneas roja y verde como subproductos de la Industria Frigorífica.

#### 3.4.1 Línea roja

La reutilización del efluente rojo implicaría disminuir significativamente el caudal de flujo que converge a la planta de tratamiento, de manera que los costos implicados en su depuración podrían utilizarse en parte, como inversión en procesos, equipamiento y recursos humanos para la obtención de uno o más productos potencialmente rentables. Una alternativa posible sería el diseño, construcción y puesta en marcha del proceso de producción de harina de sangre y plasma bovino (Fig.7) obtenidos por una sucesión de operaciones entre las cuales se encuentran la centrifugación y el secado por atomización (Fig.8). Por otra parte, como segunda opción puede considerarse el proceso de tratamiento aséptico de la sangre proveniente de la faena, que involucra tanto la anti coagulación y el

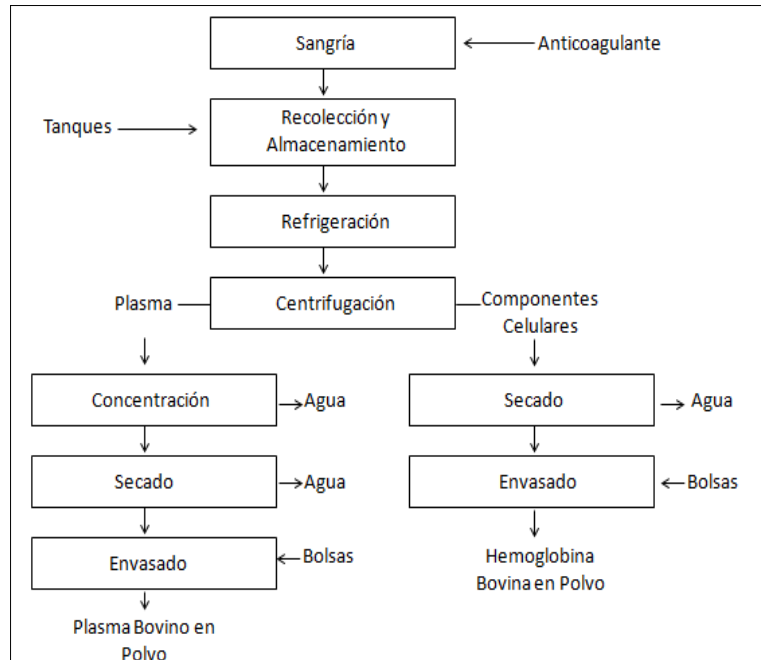
## DESARROLLO



enfriamiento como parte de las operaciones implicadas en su acondicionamiento, como también, el cumplimiento de altos estándares higiénicos sanitarios. El subproducto así obtenido puede emplearse como materia prima para plantas nacionales elaboradoras de harina de sangre o considerar su exportación a mercados extranjeros, previa habilitación, como *comodity* congelado. Ambas alternativas requieren de: un estudio de mercado, cálculo de la capacidad de producción, diseño del proceso, programas de prerequisites y sistema HACCP<sup>10</sup>, análisis económico del proyecto desarrollados por profesional idóneo (Ingeniero en Alimentos).

### 3.4.2 Línea verde

Una vez que el flujo de la línea roja sea retirado de la planta de tratamiento, el fluido a tratar estará constituido principalmente por material orgánico lignocelulósico.



**Figura 7.** Diagrama de flujo para la obtención de plasma y hemoglobina bovina en polvo.  
Fuente: Elaboración propia.

Como medida a corto plazo es conveniente que estos sólidos sean utilizados como materia prima para la producción de abonos orgánicos. Como se explicó anteriormente en las soluciones propuestas en el ítem 3.4.1 para la línea roja es posible comercializar este subproducto en el mercado agropecuario. Las medidas a largo plazo implican el considerar la factibilidad de diseñar un proceso de tratamiento secundario o biológico. El predio en el que está emplazada la empresa dispone de terreno a fin para la construcción de un sistema de barros o lodos activados que consiste en la degradación aeróbica de la materia orgánica del efluente seguida de las etapas de sedimentación de los barros generados por la acción de los microorganismos que se alimentan de las partículas suspendidas en el efluente y los compuestos disueltos, estabilizando la carga orgánica por oxidación. Los principales productos de la estabilización son: CO<sub>2</sub>, agua y biomasa. Los microorganismos crecen y se reproducen a expensas de la carga contaminante que utilizan como alimento dejando al efluente parcialmente purificado. Los lodos son posteriormente recirculados y

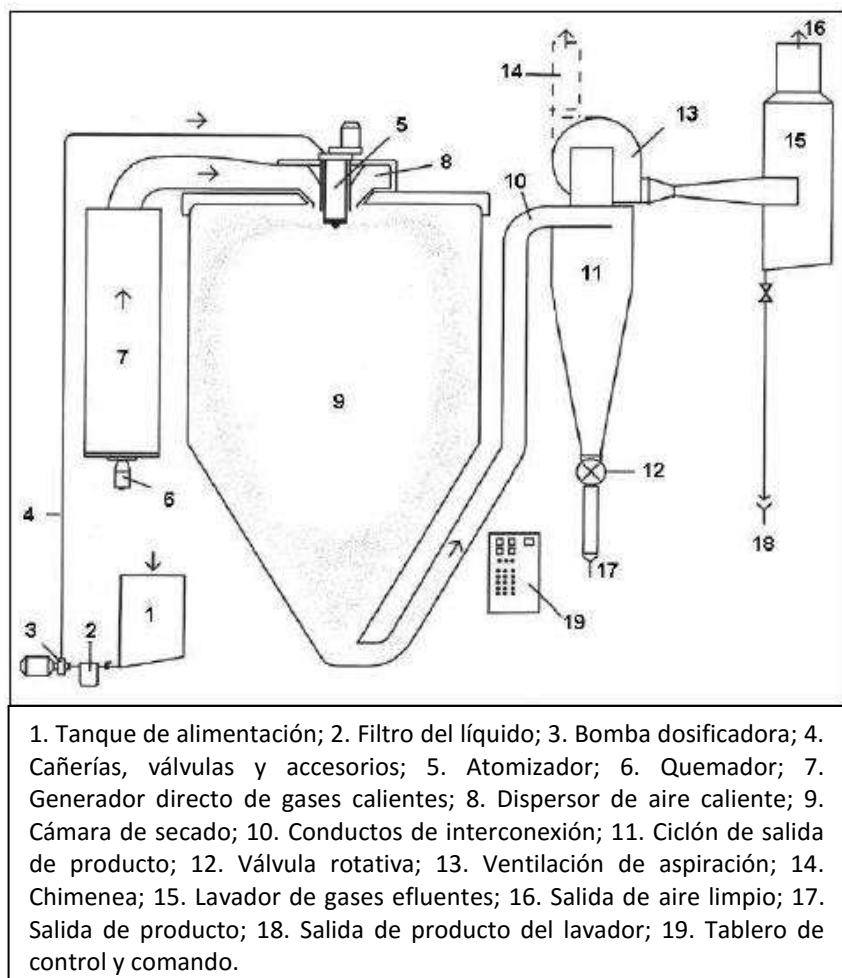
<sup>10</sup> HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point (FAO, 1997).

retirados para comercializarse como materia prima para compost. Esta última alternativa contribuiría por demás a minimizar el impacto ambiental de los desechos orgánicos generados en el proceso.

### 3.5 Estimación de costos de las mejoras propuestas.

En esta sección se realiza una estimación de los costos (Tabla 7), implicados en las propuestas de mejora del proceso de tratamiento de efluentes para las instalaciones existentes, y de las medidas de seguridad e higiene a adoptar, como parte integral de la prevención de riesgos laborales y de las condiciones apropiadas del puesto de trabajo para el personal que desempeña funciones en esta área. La averiguación de presupuestos incluye las rejillas para piso (40x40 cm<sup>2</sup>), en el sector de faena, en reemplazo de las existentes que se encuentran en un grado avanzado de deterioro. Como esta zona excede el alcance de este trabajo, se solicitó un importe orientativo para diez unidades, lo cual deberá hacerse extensivo para los metros cuadrados que se requieran sustituir. Cabe mencionar que las instalaciones existentes actualmente operan con capacidad ociosa la cual puede utilizarse para la propuesta planteada

resultando además una ventaja operativa el poder contar con un conducto independiente (línea roja) como flujo de proceso.



**Figura 8.** Esquema de una torre estándar de secado "spray" o atomización.

Fuente: Guerrero Marín, 2010.

## DESARROLLO

**Tabla 6.** Estimación de los costos para la mejora del proceso de tratamiento de efluentes y de las medidas de seguridad e higiene para las instalaciones existentes.

MEDIDA PROPUESTA	COSTO ESTIMADO					COSTO ESTIMADO TOTAL [\$]
	[\$/u]	[\$/m <sup>2</sup> ]	[\$/kg]	[m]	Cantidad	
<b>INSTALACIONES</b>						
<b>Accesorios</b>						
Rejillas de hierro proceso anticorrosivo (40x40cm <sup>2</sup> )	1200				10	12.000
Baranda de hierro (Equipo Clarificador)		1000		7		7.000
Baranda de hierro c/columnas cada 2,5m		1000		50		50.000
Escalera vertical fija proceso anticorrosivo c/guarda hombre	19000				1	19.000
Extintor clase ABC	1300				1	1.300
<b>Señalización</b>						
Pictogramas	60*				5	300
<b>Coagulante</b>						
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>			26		386kg**	10.036
<b>EPP<sup>11</sup></b>						
Arnés de seguridad y línea de vida	1.342				1	1.342
Botas de seguridad	337				1	337
Casco HPDE	92				1	92
Delantal atóxico	119				1	119
Googles (protección visual)	41				1	41
Guantes PVC	184				1	184

<sup>11</sup> Abete & CIA SA. Artículos de Goma y PVC. Mar del Plata, 2017.

## DESARROLLO

Tabla 6. Continuación.

MEDIDA PROPUESTA	COSTO ESTIMADO					COSTO ESTIMADO TOTAL [\$]
	[\$/u]	[\$/m <sup>2</sup> ]	[\$/kg]	[m]	Cantidad	
<b>INSTALACIONES</b>						
Mascarilla (protección respiratoria)	213				50	213
Mameluco grafa	568				1	568
Traje para lluvia PVC	304				1	304
<b>RRHH</b>						
Cursos para capacitación del personal en honorarios profesionales	1.600				1/año	1.600
						<b>104.436</b>

\* Valor promedio entre los distintos tamaños en cm<sup>2</sup> disponibles.

\*\* [1 batch/día]. Cantidad máxima de coagulante a emplear en el equipo clarificador operando a su capacidad máxima.

Fuente: elaboración propia en base a presupuestos nacionales actualizados, 2017.

#### 4. CONCLUSIÓN

Sobre las bases de observación y estudio de las instalaciones existentes de la planta de tratamiento de efluentes de la industria de procesamiento integral de carne de ganado vacuno FRIGORÉ, se asentaron las medidas correctivas y preventivas propuestas para la mejora del proceso de tratamiento de vertidos provenientes de la faena. Su implementación y posterior evaluación de los resultados permitirán adquirir conocimiento acerca de la efectividad de las recomendaciones planteadas principalmente en la concentración de la DBO. El manual de seguridad e higiene laboral contiene las medidas que representan el compromiso y deber de la dirección de proteger el derecho de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las actividades ocupacionales, por lo cual, será necesario administrar convenientemente los recursos destinados a la compra de complementos para la infraestructura y elementos de protección personal. El reúso del subproducto proveniente de la línea roja industrializado como concentrado de hemoglobina y plasma bovino revertiría su tratamiento como efluente a flujo de materia prima comercializable, así también, el material lignocelulósico procedente de la línea verde como uso desinado a la industria agropecuaria. Ambas alternativas contribuirían a la disminución de generación de residuos e impacto ambiental y posiblemente a un incremento en la rentabilidad de la empresa.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, M.R. y Moss, M.O. (1995). Microbiología de los alimentos. Cap.7 (pp. 195-275). Zaragoza. Ed Acribia.
2. Agencia Federal para la Educación. (2005). La política ambiental (287), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
3. Agrofy News. (2003). Aseguran que Sadowa no es viable si le impiden exportar a Europa. Disponible en:  
[www.news.agrofy.com.ar/noticia/38903/aseguran-que-sadowa-no-es-viable-si-le-impiden-exportar-europa](http://www.news.agrofy.com.ar/noticia/38903/aseguran-que-sadowa-no-es-viable-si-le-impiden-exportar-europa)
4. Alencar, F. (1983). Estudos da recuperação das proteínas do plasma bovino por complexação com fosfatos e a sua utilização em produtos cárneos. Trabajo de Tesis, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidad Estatal de Campinas.
5. Asenjo, J. A., Amar, M.; Cartagena, N.; King, J.; Hiche, E. y Stekel, A. Use of a bovine heme iron concentrate in the fortification of biscuits, *Journal of Food Science*, Volume 50, 1985, Pages 795-799.
6. Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible, *Revista Ecosistemas*, Vol 11, Nº 2, 2002.
7. Autoridad del Agua. (2003). Parámetros de calidad de las descargas límite admisible. Resolución 336/2006. Disponible en:  
[www.ada.gba.gov.ar/normativa/RESOLUCIONES/RESOL336-2003.pdf](http://www.ada.gba.gov.ar/normativa/RESOLUCIONES/RESOL336-2003.pdf)
8. Caldironi, H. y Ockerman, H. Incorporation of blood proteins into sausage. *Journal of Food Science*, Volume 47, Issue 2, 1982a, Pages 405-408.
9. Caldironi, H. y Ockerman, H. (1982b). Bone and plasma protein extracts in sausages, *Journal of Food Science*, Volume 47, Issue 5, Pages 1622-1625.
10. CIMPARG. (2013). Buenas prácticas ambientales en la industria cárnica. Disponible en: [www.rosario.gov.ar/web/sites/default/files/manual\\_industria\\_carnica.pdf](http://www.rosario.gov.ar/web/sites/default/files/manual_industria_carnica.pdf)
11. De la Canal, J. y Asociados.(2010). Código Alimentario Argentino. Cap.2, Art. 18bis. Buenos Aires.
12. Del Río de Reyes, M., Constantinides, S., Sgarbieri, V., y El Dash, A. Chicken blood plasma proteins: physicochemical, nutritional and functional properties. *Journal of Food Science*, Volume 45, 1980, Pages 17-20.
13. Dean Adams, V. (1990) .Water & wastewater examination manual. USA. Ed. Lewis Publishers.
14. Decreto Reglamentario 1741/96. (1996). Capítulo I de la Clasificación de las Industrias. Disponible en: [www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/96-1741.html](http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/96-1741.html)
15. Fair G. M., Geyer J.C. y Okun D.A.(1984). Ingeniería sanitaria y de aguas residuales. Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. México. Ed Limusa.
16. FAO. (1997). Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación.
17. Disponible en: [www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s03.htm](http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s03.htm)
18. FAO y OMS. (2005). Codex Alimentarius. Roma. Ed. FAO.
19. Fecootra. (2012). Se inaugura la planta frigorífica en Mar del Plata. Disponible en: [www.fecootra.org.ar/web/articulo/se-inaugura-la-planta-frigorifica-en-mar-del-plata](http://www.fecootra.org.ar/web/articulo/se-inaugura-la-planta-frigorifica-en-mar-del-plata)
20. Green M., G. Shelef and R. Moraine, Chemical and biochemical oxygen as indicators of biodegradable substrate concentration, *Journal of the Institute of Water Pollution Control*, Volume 80, Issue 5 ,1981, Pages 655-658.

21. Guerrero Marín, G.A.(2010). Diseño de ingeniería básica de una planta para la elaboración de sangre deshidratada para alimentos balanceados. Trabajo Final. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional. Quito, 58p.
22. Gonzáles, J.F. (2015). Tratamiento de efluentes. Apuntes de cátedra. Facultad de Ingeniería.Universidad Nacional de Mar del Plata.
23. Halliday, D. Blood a source of proteins. *Process Biochemistry*, Volume 10, 1975, Pages 11-12.
24. Howell, N. y Lawrie, R. (1986). Functional aspects of blood plasma proteins. *International Journal of Food Science & Technology*, *Volume 22, Issue 2*, 1986, Pages 145-151.
25. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1994). Fichas internacionales de seguridad química: hipoclorito de sodio. Disponible en: [www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/401a500/nspn0482.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/401a500/nspn0482.pdf)
26. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2004). Fichas internacionales de seguridad química: óxido férrico. Disponible en: [www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1527a1581/1577.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1527a1581/1577.pdf)
27. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2010). Fichas internacionales de seguridad química: sulfato de aluminio. Disponible en: [www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1101a1200/nspn1191.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1101a1200/nspn1191.pdf)
28. Kiely, G. 1999. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Madrid. Ed Mc Graw-Hill.
29. La Capital. 2010. Fotos de familia. Disponible en: [www.lacapitalmdp.com/contenidos/fotosfamilia/fotos/6892](http://www.lacapitalmdp.com/contenidos/fotosfamilia/fotos/6892)
30. La Nación. (2001). Cerró un frigorífico en Mar del Plata. Disponible en: [www.lanacion.com.ar/55967-cerro-un-frigorifico-en-mar-del-plata](http://www.lanacion.com.ar/55967-cerro-un-frigorifico-en-mar-del-plata)
31. Lasvoces. (2016). La Cooperativa FRIGORE está trabajando, está produciendo y está al día en todos los sentidos. Disponible en: [www.lasvoces.com.ar/index.php/economia/item/29-la-cooperativa-frigore-esta-trabajando-esta-produciendo-y-esta-al-dia-en-todos-los-sentidos](http://www.lasvoces.com.ar/index.php/economia/item/29-la-cooperativa-frigore-esta-trabajando-esta-produciendo-y-esta-al-dia-en-todos-los-sentidos)
32. Lee, C., Love, J. y Johnson, L. Sensory and physical properties of cakes with bovine plasma products substituted for egg, *Cereal Chemistry*, Volume 70, 1993, Pages 18-21.
33. Ley 11.459. Radicación Industrial y Gestión Ambiental Integral. Disponible en: [www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-11459.html](http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-11459.html)
34. Ley 19.587. (2011). Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Decreto reglamentario 351/79. Buenos Aires. Ed Errepar.
35. Ley 25.675. (2002). Ley General del Ambiente. Disponible en: [www.icaa.gov.ar/Documentos/Ges\\_Ambiental/LEY-25675-GENERAL-AMBIENTE.pdf](http://www.icaa.gov.ar/Documentos/Ges_Ambiental/LEY-25675-GENERAL-AMBIENTE.pdf)
36. Leschber, R. 2002. International Report: Sludge management and related legislation, *Water Science and Technology*, Volume 46, Issues 4-5, Pages 367 – 371.
37. Lobo Poblet, M.S. (2009). Informe aspectos ambientales, sociales y económicos industria frigorífica. Informe. Unidad de medio ambiente. Secretaría de Comercio, Industria y Pyme, 48p.
38. The Center to Protect Worker's Rights. (2004). Biological hazards in sewage and wastewater treatment plants. Disponible en: [www.cpwr.com/sites/default/files/publications/hazsludge.pdf](http://www.cpwr.com/sites/default/files/publications/hazsludge.pdf)
39. Madrid, A. (1999). Aprovechamiento de los subproductos cárnicos. Madrid. Ed Mundiprensa.

40. Martínez, J., Borzacconi L., Mallo, M., Galisteo, M. y Viñas, M. Treatment of Slaughterhouse Wastewater, *Wat. Sci. & Tech.*, Volume 28, Issue 12, 1996, Pages 99-104.
41. Martínez J., Mallo M., Galisteo M. y Viñas M. Evaluación de una planta de tratamiento de efluentes de frigorífico y matadero a escala real. Facultad de Ingeniería Química de Montevideo Uruguay.  
Disponible en: [www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01148e20.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01148e20.pdf)
42. Maza Angulo, L. (2006). Subproductos de matadero. Disponible en: [www.azoosubol.galeon.com/cvoitae275734.html](http://www.azoosubol.galeon.com/cvoitae275734.html). 1998
43. Metcalf y Eddy, Inc. (1985). Tratamiento y depuración de las aguas residuales. España. Ed Labor.
44. Ministerio de Desarrollo Social. (2014). Cooperativa "Recuperar": sabor argentino con trabajo solidario. Disponible en: [www.desarrollosocial.gob.ar/protagonistas/cooperativa-recuperar-sabor-argentino-con-trabajo-solidario/](http://www.desarrollosocial.gob.ar/protagonistas/cooperativa-recuperar-sabor-argentino-con-trabajo-solidario/)
45. Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible. (2017). Ley N°11.459 de radicación industrial. Disponible en: [www.opds.gba.gov.ar/index.php/leyes/ver/215](http://www.opds.gba.gov.ar/index.php/leyes/ver/215)
46. Paredes, B., Gonzales, S. y Diaz, M. Producción de globina y plasma a partir de animales de abasto, Alimentación, equipos y tecnología, N° 175, Enero 2003, p. 68.
47. Quintero Gutiérrez, A.G., González Rosendo, G., Sánchez Muñoz, J., Polo Pozo, J. & Rodríguez Jerez, J.J. (2008). Bioavailability of Heme Iron in Biscuit Filling Using Piglets as an Animal, *International Journal of Biological Sciences*, Volume 4, Issue 1, February 2008, Pages 58-62.
48. Rice, E.W., Baird, R.B., Eaton, A.D. y Clesceri, L.S. (1995). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C. Ed APHA.
49. Ripoll A., Saborid-Sánchez-P. (2005) Fundamentos de mecánica de fluidos. Ed McGraw-Hill
50. Sayed, S., Van Der Zanden, J., Wijffels, R., Lettinga, G. Anaerobic degradation of various fractions of slaughterhouse wastewater, *Biological Waste*, Volume 23, 1998, Pages 117-142.
51. SENASA. (1983). Construcción e ingeniería sanitaria de establecimientos faenadores. Cap.3 Disponible en: [www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL\\_SENASA/INFORMACION/NORMATIV A/4238/capitulo\\_iii.pdf](http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/INFORMACION/NORMATIV A/4238/capitulo_iii.pdf)
52. SENASA. (2015). Ley federal de carnes DR 4238/68. Disponible en: [www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL\\_SENASA/INFORMACION/NORMATIV A/4238/decreto\\_4238-68.pdf](http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/INFORMACION/NORMATIV A/4238/decreto_4238-68.pdf)
53. SAGPyA. (2010). Resolución N° 13/2010. Disponible en: [www.serviciosucesci.magyp.gob.ar/principal.php?nvx\\_ver=5716](http://www.serviciosucesci.magyp.gob.ar/principal.php?nvx_ver=5716)
54. Vioque, J., Clemente, A., Pedroche, J., Yust, M. y Millán, F. Obtención y aplicaciones de hidrolizados proteicos, *Grasas y Aceites*, Vol 52, N°2, 2001, pp. 127-131.
55. Walker, S. I. Waste water treatment in the dairy industry. *International Journal of Dairy Technology*, Volume 54, Issue 2, 2001, Pages 78 – 80.
56. Wesley, W., Eckenfelder, D. y Englande, A.J. (2009). Industrial water quality. Cap.3 (pp. 120-134). New York. Ed. McGraw Hill.
57. Zaror, C. 2000. Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos. Universidad de Concepción. 499 p.



## 6. ANEXOS

## A - 6.1. Límites de descarga de efluentes: Ley 5.965 de la Provincia de Buenos Aires.

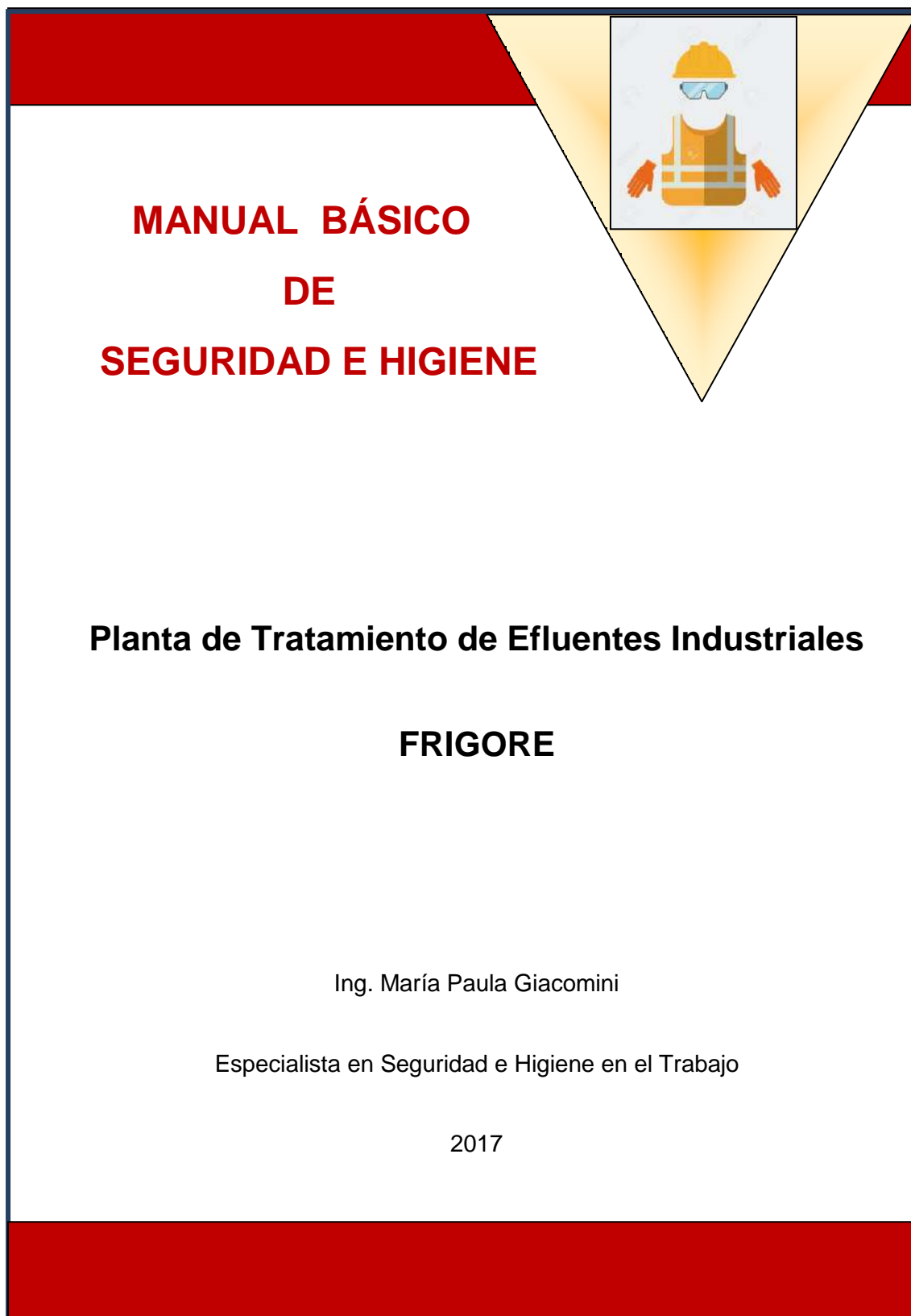
GRUPO	PARAMETRO	UNIDAD	CODIGO TECNICA ANALITICA	LIMITES PARA DESCARGAR A:			
				Colectora Cloacal	Cond. Pluv. o cuerpo de agua superficial	Absorción por el suelo (h)	Mar Abierto
I	Temperatura	°C	2550 B	≤45	≤45	≤45	≤45
	pH	upH	4500 H+ B	7,0-10	6,5-10	6,5-10	6,5-10
	Sólidos Sedim 10 Min (2)	ml/l	Cono Imhoff	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Sólidos Sedimen.2 Horas (2)	ml/l	Cono Imhoff	≤5,0	≤1,0	≤5,0	≤5,0
	Sulfuros	mg/l	4500 S=D	≤2,0	≤1,0	≤5,0	NE (c)
	S.S.E.E. (1)	mg/l	5520 B (1)	≤100	≤50	≤50	≤50
	Cianuros	mg/l	4500 CN C y E	≤0,1	≤0,1	Ausente	≤0,1
	Hidrocarburos Totales	mg/l	EPA 418.1 ó ASTM3921-85	≤30	≤30	Ausente	≤30
	Cloro Libre	mg/l	4500 Cl G (DPD)	NE	≤0,5	Ausente	≤0,5
Coliformes Fecales (f)	NMP/100ml	9223 A	≤20000	≤2000	≤2000	≤20000	

II	D.B.O.	mg/l	5210 B	≤200	≤50	≤200	≤200
	D.Q.O.	mg/l	5220 D	≤700	≤250	≤500	≤500
	S.A.A.M.	mg/l	5540 C	≤10	≤2,0	≤2,0	≤5,0
	Sustancias fenólicas	mg/l	5530 C	≤2,0	≤0,5	≤0,1	≤2,0
	Sulfatos	mg/l	4500 SO4 E	≤1000	NE	≤1000	NE
	Carbono orgánico total	mg/l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	mg/l	3500 Fe D	≤10	≤2,0	≤0,1	≤10
	Manganeso (soluble)	mg/l	3500 Mn D	≤1,0	≤0,5	≤0,1	≤10

(1) Sustancias Solubles en Éter Etílico (S.S.E.E.): Grasas y aceites, utilizando etílico. (2) Sólidos sedimentables en 10 minutos y 2 horas. Se coloca 1 litro de muestra homogeneizada en un cono Imhoff y luego de 10 minutos ó 2 horas. Se toma lectura del volumen sedimentado.

Fuente: Técnicas extraídas del Standard Methods- 18 th Edition para análisis de agua de bebida y agua de desecho.

**A - 6.2: Manual de Seguridad e Higiene en el Trabajo.**



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>50</b>
Objetivos .....	50
<b>Sección I:</b> Líneas Telefónicas de Emergencias.....	51
<b>Sección II:</b> Relevamiento de Peligros Potenciales y Medidas Preventivas. ....	52
<b>Sección III:</b> Acciones Preventivas y de Emergencia.....	54
<b>Sección IV:</b> Primeros Auxilios. ....	59
<b>Sección V:</b> Información Complementaria. ....	69
S-V-1. Agentes patógenos transmisibles por efluentes industriales. ....	69
S-V-2. Hoja de seguridad química: Hipoclorito de Sodio. ....	71
S-V-3. Hoja de seguridad química: Sulfato de Aluminio. ....	72
S-V-4. Datos del Personal: Planilla Modelo .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Identificación de Peligros Potenciales y Medidas Preventivas. Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales .....	51
---	----

## INTRODUCCIÓN

---

En el presente manual de seguridad e higiene laboral se establecen las recomendaciones técnicas generales para mitigar o evitar los riesgos inherentes a la operación de la planta de tratamiento de efluentes industriales resultantes del procesamiento integral de carne de ganado vacuno. Se trata de un documento sintético dividido en cinco secciones cuyo contenido provee la información necesaria para que el lector pueda adquirir el conocimiento básico de los procedimientos teórico-prácticos de primeros auxilios y de qué manera actuar ante una emergencia. Contiene datos en forma de tablas, correspondientes a números telefónicos de emergencias; relevamiento de peligros y sus medidas preventivas; principales agentes microbiológicos transmitidos por efluentes industriales, y finalmente, un modelo de planilla a modo de formulario con requisitos obligatorios a completar por el personal.

---

### Objetivos

- Identificar los peligros potenciales en la Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales.
- Establecer las medidas preventivas asociadas a los peligros relevados.
- Proporcionar al personal conocimientos mínimos básicos acerca del uso de Equipos de Protección Personal o EPP, señalización y primeros auxilios.

## Sección I: Líneas Telefónicas de Emergencias.

En caso de emergencias comuníquese a:

Emergencia	Línea Telefónica 
Sistema Coordinado	911
Médica	107
Bomberos	100
Policía	101

## Sección II: Relevamiento de Peligros Potenciales y Medidas Preventivas.

**Tabla 1.** Identificación de Peligros Potenciales y Medidas Preventivas. Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales (FRIGORE, 2017).

I – CONDICIONES GENERALES DEL ÁMBITO DE TRABAJO		
1. Caída de Personas		
Identificación del Peligro	Peligro Potencial	Medida Preventiva
1.1 Ausencia de barandas en áreas de pretratamiento:		
Zonas de filtrado. (A- 6.3.2)	Caída a nivel. Esguince, fractura, desmayo, muerte, contaminación biológica y qca.	Baranda perimetral de altura 1m (un metro), con travesaños intermedios. Zócalos de 15cm (quince centímetros) de altura. Uso de EPP.
Equipo clarificador (A-6.3.1)	Caída a distinto nivel: altura igual o mayor a 2m (dos metros). Esguince, fractura, desmayo, ahogamiento, muerte contaminación biológica y qca.	Baranda circular perimetral en radio externo. Altura 1m (un metro), con travesaños intermedios. Zócalos de 15cm (quince centímetros) de altura. Uso de EPP.
1.2 Ausencia de cubierta en equipo clarificador.	Caída al agua. Ahogamiento, contaminación biológica y química.	Uso de EPP.

<p>1.3 Ausencia de cubiertas en área de desinfección.</p>	<p>Caída a distinto nivel: profundidad igual o mayor a 2m (dos metros). Esguince, fractura, muerte. Contaminación biológica y química.</p>	<p>Cubierta rectangular de rejas de barras en cada compartimento de cloración. Separación entre barras igual o menor de 5cm (cinco centímetros). Uso de EPP.</p>
<p>1.4 Ausencia de cubiertas en cámaras de inspección de desagües del proceso de faena. (A-6.3.1)</p>	<p>Caída a distinto nivel: profundidad igual o mayor a 2m (dos metros). Esguince, fractura, muerte, contaminación biológica.</p>	<p>Cubierta rectangular de rejas de barras en cada cámara de inspección. Separación entre barras igual o menor de 5cm (cinco centímetros). Uso de EPP.</p>
<p>1.5 Escalera caracol metálica de ascenso al clarificador. Inestable, resbaladiza con evidentes signos de corrosión.</p>	<p>Caída a distinto nivel: altura igual o mayor a 2m (dos metros). Esguince, fractura, muerte.</p>	<p>Sustitución por escalera vertical fija, de hierro, con tratamiento anticorrosivo. Conformada por tubos y soportes metálicos de seguridad. Sujeta a superficie del clarificador por medio de largueros y pernos de remache de acero. Uso de EPP.</p>

## 2. Señalización

<p>2.1 Ausencia de pictogramas de seguridad industrial en:</p>		
<p>Bocas de inspección de desagües del proceso de faena.</p>	<p>Explosión por propagación de llama debido a la acumulación de gases orgánicos y/o inorgánicos (atmósfera inflamable).</p>	<p>Señalizar con pictogramas de prohibido fumar o hacer fuego.</p>
<p>Cabina de tablero de control de equipos y maquinaria de funcionamiento eléctrico.</p>	<p>Electrocución, quemaduras por contacto directo o indirecto con fuentes o elementos con tensión.</p>	<p>Señalizar con pictograma de riesgo eléctrico.</p>
<p>Área de pretratamiento y desinfección.</p>	<p>Contaminación por agentes químicos y biológicos; emanación de gases orgánicos e inorgánicos; productos químicos. Riesgo de caídas a nivel y distinto nivel.</p>	<p>Señalizar con pictogramas de uso de Elementos de Protección Personal y de Higiene en el Trabajo.</p>

## 3. Riesgo Eléctrico

<p>3.1 Ausencia de mantenimiento preventivo en: áreas de pretratamiento y cabina de control de equipos y máquinas eléctrico/as o electromecánico/as. Entorno húmedo y corrosivo.</p>	<p>Electrocución, quemaduras por contacto directo o indirecto con fuentes o elementos con tensión.</p>	<p>Equipos, tableros y tomacorrientes, con puesta a tierra. Cableado que cumpla con las normas de seguridad industrial para baja tensión. Mantener seca la cabina de control y su equipamiento. Cortar la tensión antes de acceder a controles o reparaciones y comprobar su ausencia con un voltímetro. Uso de EPP.</p>
--	--	--

#### 4. Prevención y Protección Contra Incendios

Ausencia de extintor en Planta de Tratamiento de Efluentes.

Incendio por cortocircuito, uso de agentes inflamables, avería o desperfectos en equipos electromecánicos.

Coloca extintor clase ABC en cabina auxiliar existente, señalizada con pictograma para extintores.

#### 5. Máquinas y Herramientas

Mantenimiento de equipos pesados (bombas, motores)

Caída de equipos o partes móviles. Lesiones por peso y/o salientes metálicas afiladas.

Uso de EEP. Faja de seguridad. Privilegiar el uso de equipos de levantamiento mecánico.

### II – CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL ÁMBITO DE TRABAJO

#### 1. Riesgo Biológico

Riesgo de contaminación con agentes biológicos (Adams y Moss, 1995) y microorganismos patógenos presentes en las aguas de tratamiento (S-V-1).

Bacterias, parásitos, virus, hongos. Posibles causantes de enfermedades por contacto, ingesta y/o inhalación.

Uso de EEP. Implementar medidas higiénico sanitarias: lavado y desinfección de manos después de cada tarea, lavado y desinfección de indumentaria de trabajo, no ingerir alimentos, bebidas y/o fumar en las zonas operativas, ducharse al finalizar la jornada laboral, actualizar calendario de vacunas. Utilizar pictogramas con protocolo de lavado de manos y uso de EPP.

#### 2. Riesgo Químico

Riesgo de contaminación con agentes químicos.

$Al_2(SO_4)_3$ : altamente irritante. En contacto con los ojos puede producir pérdida de la visión.  
 $FeCl_3$ : corrosivo, irritante. Puede provocar quemaduras severas (grados A/B).  
 $NaClO$ : altamente corrosivo. Puede producir desde irritaciones leves a lesiones graves.

Uso de EPP. Almacenar los productos químicos en espacios ventilados en sus envases originales. No mezclar productos químicos de diferente composición. Leer las especificaciones y modo de empleo de cada producto químico.

### III – ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

#### 3.1 De Uso Obligatorio en las Zonas de Operación

Overall, delantal y guantes de PVC



Botas de seguridad con puntera de acero. Goggles de protección visual. Casco HDPE. Mascarillas de protección respiratoria



### 3.2 De Uso en Altura

Arnés de seguridad y línea de vida



Prevención de riesgos de Caída a distinto nivel (>4m), (Equipo clarificador).

Fuente: elaboración propia.

## Sección III: Acciones Preventivas y de Emergencia.

### III.a) Caída de Personas.

Las caídas con alturas superiores a los cuatro (4) metros son un riesgo habitual en las plantas de tratamiento de efluentes industriales. El peligro se presenta al realizar tareas en los tanques de proceso y reactores que contienen agua residual o lodos. Los principales accidentes son: fracturas, ahogamiento, contaminación biológica y/o química, muerte.

#### III.a1) Acciones preventivas.

- Considerar las Medidas Preventivas presentadas en la tabla 1, ítem 1.
- Asegurar al trabajador con arnés de seguridad y línea de vida.
- Usar chaleco salvavidas (de ser necesario).
- Trabajar en equipo.
- Cortar el suministro de energía del equipo involucrado.

#### III.a2) Acciones de Emergencia.

- Con golpe severo: primeros auxilios y consulta médica.
- Con sangrado, esguince, fractura y/o pérdida de conocimiento: llamar a emergencias. Primeros auxilios.
- En agua sin pérdida de conocimiento: limpieza y desinfección y consulta médica.
- En agua con pérdida de conocimiento: llamar a emergencias. Primeros auxilios.



### **III.b) Riesgo Eléctrico.**

Las instalaciones eléctricas para el control del equipamiento bajo tensión presentan un riesgo asociado al uso de transformadores, tableros y equipos electromecánicos en un entorno muy húmedo y corrosivo. Los principales accidentes son: quemaduras, paro cardíaco, muerte.

#### **III.b1) Acciones preventivas.**

- Considerar las Medidas Preventivas presentadas en la tabla 1, ítem 3.
- Utilizar calzado aislante, casco y lentes de seguridad.
- Cortar la alimentación eléctrica antes de proceder a controles o reparaciones.
- Comprobar la ausencia de alimentación eléctrica con un voltímetro.
- Si el accidente sucede con tensión: No tocar a la persona bajo tensión. Separarla de la fuente con un elemento rígido aislante (bastón de madera o plástico).

#### **III.b2) Acciones de Emergencia.**

- Cortar el suministro de la fuente de corriente alterna. Llamar a emergencias.
- Con ausencia de respiración y pulso, llamar a emergencias. Primeros auxilios (RCP).
- Con quemaduras: grado 1, primeros auxilios. Grados 2 y 3 llamar a emergencias.

### **III.c) Protección contra Incendio.**

El riesgo de incendio puede presentarse por fallas, desperfectos, fugas de corriente o cortocircuitos en los motores de los equipos o tableros eléctricos. Poco frecuente, pero no excluyente, son los accidentes provocados por el uso de elementos con llama viva (encendedores o fósforos), utilizados por el personal que hace caso omiso de los pictogramas o que por descuido, arrojan colillas de cigarrillos o fósforos encendidos en sitios con pastura seca. Los principales accidentes son: quemaduras, asfixia, muerte.

#### **III.c1) Acciones preventivas.**

- Considerar las Medidas Preventivas presentadas en la tabla 1, ítem 5.
- Si el incendio está comenzando (llamas pequeñas controlables), hacer uso del extintor siguiendo las instrucciones de uso.
- Si el incendio está fuera de control, alejarse de la zona y llamar a los bomberos.

**III.c2) Acciones de Emergencia.**

- Con quemaduras: grado 1, primeros auxilios.
- Con quemaduras: grados 2 y 3 llamar a emergencias.
- Si la persona está envuelta en llamas tapparla con una manta o elemento a fin y hacerla rodar por el suelo hasta que las llamas desaparezcan.
- Suministrarle oxígeno.
- Con pérdida de conocimiento y ausencia de pulso realizar RCP.
- Llamar a emergencias médicas.

**III.d) Riesgo por uso de máquinas y herramientas.**

El uso y manipulación de elementos como hidrolavadoras a presión, cambio o sustitución de partes móviles de equipos como bombas elevadoras con traslado asistido, entre otros, pueden ser causa de accidentes por golpes o aprisionamiento. Los principales accidentes son: cortes, sangrado, hematomas, aplastamiento (de extremidades principalmente), quebradura.

**III.d1) Acciones preventivas.**

- Considerar las Medidas Preventivas presentadas en la tabla 1, ítem 5.
- Utilizar calzado de seguridad.
- Usar casco de seguridad.
- Hacer uso de faja como protección para la espalda.
- Trabajar en equipo.

**III.d2) Acciones de Emergencia.**

- Con golpe fuerte: consultar a un médico a la brevedad para evadir el riesgo de un sangrado interno.
- Con fractura: llamar al servicio de emergencia y proporcionar los primeros auxilios.
- Con sangrado: llamar al servicio de emergencia y proporcionar los primeros auxilios.

**III.e) Riesgo Biológico.**

El agua residual constituye una vía potencial para la transmisión de enfermedades por contacto y/o inhalación. Los microorganismos patógenos presentes en los efluentes industriales pueden tener un efecto negativo sobre la salud humana, entre ellos: bacterias,

parásitos, hongos, virus. Los principales síntomas asociados a la contaminación por estos agentes son: malestar general, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, dolor abdominal, fiebre. Esta sintomatología variará de aguda a grave de acuerdo a las características del microorganismo invasor, que exclusivamente será identificado, por análisis clínicos bajo consulta médica.

### **III.e1) Acciones preventivas.**

- Considerar las Medidas Preventivas presentadas en la tabla 1, ítem (II.1).
- Actualizar las vacunas.
- Usar ropa y calzado que cubren las partes expuestas del cuerpo.
- Hacer uso de guantes de seguridad.
- Usar mascarillas desechables para emisiones gaseosas.
- Utilizar gafas de seguridad transparentes.
- Evitar el contacto de las manos con la boca, ojos y oídos.
- No consumir alimentos-bebidas y no fumar en zonas operativas.
- Desinfectarse frecuentemente las manos con gel antibacterial.
- Depositar guantes y máscaras desechables en cestos de basura cerrados.
- Lavar (jabón o detergente) y desinfectar (lavandina) frecuentemente la ropa, calzado y herramientas de trabajo.
- Ducharse al terminar el turno de trabajo.
- Limpiar y desinfectar (gel desinfectante) las uñas con cepillo.

### **III.e2) Acciones de Emergencia.**

En caso de contacto accidental con:

- La piel: uso de gel antibacterial, limpieza con agua y jabón.
- Herida abierta: limpiar (agua) y desinfectar (agua oxigenada), consultar a un médico.
- Los ojos: enjuague abundante con agua limpia, consultar a un médico.
- El oído interno: consultar a un médico.
- Por ingestión: llamar a emergencias.

### **III.f) Riesgo Químico.**

El tratamiento de efluentes requiere el uso de distintos productos químicos potencialmente peligrosos para la salud humana. Entre los principales usos: desinfección

(hipoclorito de sodio); neutralización de pH (sosa cáustica, cal, ácido nítrico); coagulación-floculación (polímeros orgánicos o sintéticos); entre otros. Los principales síntomas por contacto y/o inhalación accidental con estos productos son: mareos, náuseas, malestar general.

### **III.f1) Acciones preventivas.**

- Considerar las Medidas Preventivas presentadas en la tabla 1, ítem (II.2).
- Almacenar los productos químicos en espacios bien ventilados.
- Separar los productos químicos de composiciones diferentes para evitar incendios o reacciones secundarias.
- Evitar la mezcla de productos químicos de composiciones diferentes.
- Al verter un producto químico en un recipiente o tanque, asegurarse que no contenga otro residuo químico (peligro de reacción exotérmica en caso de pH diferentes y/o generación de gases nocivos).
- Al diluir un producto químico, verter primero el agua y luego completar con el producto químico.
- Usar máscaras con filtros apropiados (usualmente de carbón activado).
- Utilizar ropa y calzado de seguridad cubriendo cualquier superficie corporal expuesta.
- Hacer uso de guantes de seguridad.
- Utilizar gafas de seguridad transparentes.
- No consumir alimentos-bebidas y no fumar en zonas operativas.

### **III.f2) Acciones de Emergencia.**

En caso de un contacto accidental con:

- La piel: enjuague abundante, consultar a un médico en caso de quemaduras,
- Los ojos: enjuague abundante con agua limpia, consultar a un médico,
- Por inhalación de gases o ingestión de químicos: consultar a un médico, llamar al servicio de emergencia en caso de pérdida de consciencia.

### **III.g) Riesgo por Emanación de gases.**

La materia orgánica contenida en los efluentes industriales puede generar gases tóxicos cuando se degrada en ausencia de oxígeno. El peligro de estos gases reside en el hecho de ser inodoros a concentraciones elevadas: ácido sulfhídrico, metano. Aún en

espacios al aire libre, se debe tomar precaución si se opera por tiempos prolongados sobre la acumulación de desechos que habitualmente se utilizan como compost.

### **III.g1) Acciones preventivas.**

- Uso de EPP (mascarillas descartables principalmente).

### **III.g2) Acciones de Emergencia.**

Exposición a gases en:

- Niveles bajos: separar a la víctima del foco emisor y llevarla a un lugar fresco y bien ventilado, consultar a un médico.
- Niveles altos: si no respira, proporcione respiración artificial. Si respira con dificultad, suministre oxígeno húmedo. Obtenga atención médica de inmediato.

## **Sección IV: Primeros Auxilios.**

---

Se presentan técnicas básicas de primeros auxilios. Se recomienda considerar la capacitación práctica a estas técnicas con el apoyo de expertos para adquirir experiencia.

### **¿Cómo actuar ante una emergencia?**

1. Actúe con rapidez pero sin precipitación para evitar convertirse en una nueva víctima.
2. Observe al accidentado y sus alrededores para hacerse una idea de lo ocurrido. En todo caso, no toque al paciente ni se acerque a él hasta comprobar que usted está libre de peligro.
3. La ayuda que usted ofrece es solo provisional. Asegúrese de que el paciente reciba una apropiada atención profesional, por lo cual debe enviar a alguien por ayuda médica mientras usted atiende a la víctima.

### **¿Qué hacer por la víctima?**

1. No lo mueva.
2. Compruebe que respire y que no se trago su lengua.
3. Compruebe el pulso arterial.
4. Si sospecha que tiene alguna fractura, no mueva al paciente.

5. si su rostro está muy pálido, levántele los pies para mejorar la circulación hacia el cerebro.
6. si comienza a vomitar, voltéele la cabeza hacia un lado para facilitar la evacuación.
7. Vigile continuamente la respiración y circulación de la víctima hasta que llegue la asistencia médica.
8. Si el paciente se recupera manténgalo acostado hasta que se restablezca completamente.

#### IV.1) Signos vitales

Son las señales fisiológicas que indican la presencia de vida de una persona. Son datos que podemos recabar por nuestra cuenta sin ayuda de equipo. Los signos vitales son:

**IV.1.1 Frecuencia respiratoria:** se toma usando la nemotecnia VES (ver, oír, sentir) contando cuantas ventilaciones da por minuto la persona. Este es el único signo vital que uno mismo puede controlar por lo que es importante no decirle al paciente que se va a valorar para que no altere su patrón ventilatorio.

a) Frecuencia respiratoria: es decir, el número de veces que una persona respira por minuto.

Normal: 12 a 20

Taquipnea: > 20 (respiración muy rápida).

Bradipnea: < 12 (respiración muy lenta).

b) Ritmo de la respiración.

Rítmica o regular.

No rítmica o irregular.

**IV.1.2 Pulso:** este signo indica que está llegando la sangre a todas las zonas del cuerpo. Se debe contabilizar cuantas pulsaciones hay en un minuto y detectar si es débil o fuerte. Existen diferentes zonas para tomar el pulso. Las más accesibles son las carótidas (en el cuello) y la radial (en la cara interna de las muñecas, en la base del pulgar). Nunca se debe tomar el pulso con el dedo pulgar, ya que posee pulso propio.



Del pulso se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

a) Frecuencia cardiaca: es decir, el número de latidos por minuto.

Normal: de 60 a 100 pulsaciones por minuto.

Taquicardia: > 100 (el corazón trabaja demasiado deprisa).

Bradycardia < 60 (el corazón trabaja demasiado lento).

b) Ritmo.

Rítmico o regular.

No rítmico o irregular.

c) Amplitud.

Normal.

Débil.

**IV.1.3 Reflejo pupilar:** si posee una linterna pequeña, alumbre con el haz de luz el ojo y observe como la pupila se contrae. Si no posee el elemento productor de luz, abra intempestivamente el párpado superior y observe la misma reacción, o con la mano cubra el ojo y quite repentinamente para ver la contracción de la pupila.

## **IV.2) Respiración artificial**

Ciertas circunstancias pueden ocasionar el cese de la respiración (paro respiratorio); por ejemplo: descarga eléctrica, traumatismo, atragantamiento, intoxicaciones, etc. La víctima de un paro respiratorio se halla inconsciente, no se evidencian sus movimientos respiratorios y sus labios, lengua y uñas adquieren un color azulado (cianosis).

1. Acueste boca arriba al paciente sobre una superficie plana y aflójele toda prenda que pueda dificultarle la respiración o la circulación (el cuello de la camisa, la corbata, el cinturón, etc.).

2. Limpie las vías respiratorias (nariz, boca y garganta). Examine la boca. Si observa cualquier material extraño (mucosidad, sangre, arena, un chicle, dentadura postiza, etc.) voltéele la cabeza hacia un lado y, mientras le mantiene abierta la boca con el dedo pulgar, limpie la cavidad oral con sus dedos, preferiblemente envueltos con un pañuelo o con un trozo de tela limpia.



3. Extiéndale la cabeza; con una mano en la frente inclínele la cabeza hacia atrás, y con la otra mano levante el cuello hasta hacer que la piel de la garganta se ponga tensa.



4. Elévele la mandíbula; retire la mano del cuello y, con los dedos índice y medio, levante el mentón, manteniéndole los labios ligeramente separados con el pulgar.



5. Respiración boca a boca. Use los dedos índice y pulgar de la mano que descansa sobre la frente para cerrarle al paciente los orificios nasales. Entonces, haga una inspiración profunda y, abriendo la boca ampliamente, selle sus labios alrededor de los de la víctima.



6. Insufle el aire con firmeza, hasta ver que el pecho del accidentado se levanta. Luego retire su boca y observe cómo se desinfla el pecho, o acerque el oído a su boca y nariz para percibir la salida del aire. Si esto no sucede, asegúrese de que la vía respiratoria no está obstruida.



7. Tan pronto perciba la espiración del paciente, tome otra profunda bocanada de aire e insúfíele aire nuevamente.
8. Repita la insuflación entre 10 y 15 veces por minuto; esto es, cada cinco o seis segundos.
9. Cada cuatro minutos haga una pausa (no más de siete segundos) para verificar si el paciente ya está respirando por sí mismo.
10. Mantenga la respiración artificial hasta que la persona respire por sí misma o hasta que llegue el médico.

Si no respira, sólo inspira bocanadas ocasionales o hace débiles intentos de respirar, o se tienen dudas, se debe pasar a la REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR (R.C.P).

### **IV.3) Reanimación cardio-pulmonar (RCP)**

El paro cardio-respiratorio es la interrupción repentina y simultánea de la respiración y el funcionamiento del corazón, debido a la relación que existe entre el sistema respiratorio y circulatorio. Puede producirse el paro respiratorio y el corazón seguir funcionando, pero en pocos minutos sobreviene el paro cardíaco, cuando no se presta el primer auxilio inmediatamente. Las causas más comunes del paro cardio-respiratorio son:

- ataque cardíaco,
- hipotermia profunda,
- shock,
- traumatismo craneo encefálico,
- electrocución,
- hemorragias severas,
- deshidratación,
- paro respiratorio.

Si se encuentra una persona inconsciente y al realizar la evaluación primaria no tiene pulso ni respira, pero la vía aérea está permeable (entra el aire) se realiza la técnica de RCP. La RCP o Reanimación Cardio-Pulmonar consiste en una combinación de respiraciones y compresiones torácicas que dan un masaje cardíaco externo. Una vez localizado la punta inferior del esternón, se colocan dos dedos hacia arriba y posteriormente se coloca el talón de su mano con los dedos levantados y la otra mano abrazándola. Las compresiones deben ser con los brazos rectos y en perpendicular al cuerpo del paciente.



### Secuencia de la RCP:

1. El tórax de un adulto debe deprimirse de 3.5 a 5 cm. Realice 30 compresiones.
2. Tras 30 compresiones, administre dos respiraciones de rescate.
3. Alternamos compresiones – ventilaciones en una SECUENCIA de 30: 2.
4. NO INTERRUMPIR salvo que la víctima inicie respiración espontánea.

### Posición de recuperación

Una vez recuperado el pulso, la respiración y liberada la vía aérea, la persona afectada debe ser colocada en posición de recuperación la cual consiste en colocar a la persona de lado con una pierna flexionada para que no se regrese.



### III.4) Heridas y hemorragias

Las heridas en tejidos blandos son los problemas más comunes en la atención de primeros auxilios, estas lesiones pueden causar un grave daño, incapacidad o muerte. Una herida es toda aquella lesión producida por algún agente externo o interno que involucra el tejido blando, éstas se pueden dividir en:

- heridas abiertas: en las cuales se observa la separación de los tejidos blandos,
- heridas cerradas: en las cuales no se observa la separación de los tejidos, la hemorragia se acumula debajo de la piel, en cavidades o en vísceras.

Tratamiento de una herida:

### ANEXO

1. Retirar la ropa que cubre la herida.
2. Utilizar guantes de látex, para evitar el contagio de alguna enfermedad así como contaminar la herida.
3. Limpiar con gasas y solución salina o agua potable quitando el exceso de sangre y la tierra que pueda tener. La manera de limpiar con la gasa es de adentro hacia fuera en círculos excéntricos, partiendo del centro de la herida, siendo éstos cada vez mayores; se voltea la gasa y se vuelve a hacer para evitar infectarla. Se repite el procedimiento, dos o tres veces más.
4. Aplicar yodo o agua oxigenada para evitar infecciones.
5. Cubre la herida con una gasa.
6. No aplicar ningún tipo de remedio casero debido a que pueden causar infecciones.
7. No aplicar medicamentos ni antibióticos debido a que podemos causar una reacción alérgica.

La hemorragia es la salida de sangre de los conductos o vasos por los cuales circula, esta salida implica una pérdida gradual de sangre la cual debe ser controlada lo antes posible para que no se complique. Se dividen en diferentes tipos:

- Hemorragias internas: aquellas en las que la sangre se vierte hacia las cavidades internas del organismo.
- Hemorragias externas: en las cuales la sangre se vierte al exterior del cuerpo.

#### **En caso de hemorragia externa:**

1. Si el sangrado es abundante, haga que el paciente se acueste.
2. Soltar cualquier prenda ajustada.
3. Retirar la ropa para que pueda ver la herida con claridad.
4. Si la herida se halla en una extremidad y no hay huesos fracturados, eleve ese miembro a un nivel superior al corazón para disminuir la fuerza con que la sangre llega a la herida.
5. Aplicar compresión local sobre la herida (de 5 a 10 minutos).
6. Colocar hielo envuelto en un trapo o bolsa limpia alrededor de la zona afectada para cohibir la hemorragia (crioterapia).
7. Si la hemorragia es grande es necesario aplicar un torniquete como último recurso.



8. trasladarlo a emergencias a la brevedad posible.

#### **En caso de hemorragias internas:**

1. Síntomas de shock (conjunto de signos y síntomas consecuentes a la falta o disminución del aporte sanguíneo a los tejidos, debido a la pérdida de volumen sanguíneo).
2. Evitar que el herido se mueva.
3. No darle nada de comer ni de beber.
4. Controlar los signos vitales.
5. S todo aquello que comprima al accidentado a fin de facilitar la circulación sanguínea,
6. Tranquilizar al herido.
7. Evitar la pérdida de calor corporal con una manta o tela.
8. Colocar al accidentado estirado con la cabeza más baja que los pies.
9. Trasladarlo a emergencias a la brevedad posible.

#### **IV.5) Pérdida del conocimiento**

**Desmayo:** Es una súbita pero breve perdida del conocimiento debido a una brusca interrupción de la circulación sanguínea al cerebro. Usualmente no dura más de 5 a 10 minutos.

**Inconsciencia:** Dura más de 5 ó 10 minutos, puede ser causada por alguna alteración o daño en el cerebro; por ejemplo un golpe en la cabeza, un envenenamiento, una asfixia, un ataque al corazón, etc.

#### **¿Qué hacer?**

1. Mantener al accidentando acostado boca arriba.
2. Si comienza a vomitar, voltearle la cabeza hacia un lado.
3. Vigilar su respiración y circulación hasta que llegue el médico.
4. Si se recupera mantenerlo acostado hasta que se restablezca completamente.

#### **ANEXO**

5. Consultar a un médico a la brevedad posible.

#### IV.6) Esguinces, luxaciones y fracturas

**Esguince:** es la separación momentánea de las superficies articulares provocando la lesión o ruptura total o parcial de los ligamentos articulares. Cuando se produce una ruptura de ligamentos importante, puede darse la separación de los bordes de la articulación en movimientos suaves.

**Luxación:** Es el desplazamiento persistente de una superficie articular fuera de la cavidad o espacio que le contiene, causando pérdida de contacto entre los huesos de la articulación, lo que se conoce como dislocación

**Fractura:** es la pérdida de la continuidad del tejido óseo, ya sea total o parcial. Causada por trauma directo, es decir, un golpe directo que rompe la zona donde se efectúa o por trauma indirecto en donde el hueso se fractura debido a las fuerzas que se transmiten a lo largo del mismo desde el punto de impacto; o por torsión brusca. Al haber una fractura por lo general existe daño y lesión en los tejidos blandos circundantes.

#### ¿Qué hacer?

1. No mover al paciente.
2. Si hay hemorragia cohibirla por presión indirecta y crioterapia además de cubrir la herida con una gasa, apósito o lienzo limpio.
3. No tratar de acomodar el hueso roto.
4. Inmovilizar la fractura en la posición en que se encuentra para evitar mayor dolor y agravar la lesión.

#### IV.7) Quemaduras

Las quemaduras son lesiones provocadas por la exposición de cualquier parte del cuerpo a una cantidad de energía superior a aquella que el organismo es capaz de absorber sin daño. Las quemaduras pueden ser provocadas por:

- calor (fuego, líquidos o vapores calientes, sólidos calientes).
- productos Químicos (ácidos, bases u otras sustancias corrosivas).

- electricidad (electrocución).
- radiaciones ionizantes.
- rayos (fulguraciones).

Clasificación de quemaduras:

**Primer grado:** Son poco profundas, afectando solo a la capa superficial de la piel o epidermis. La piel es muy sensible al tacto, molesta pero no duele. Presentan enrojecimiento y escozor, sin ampollas, por ejemplo el eritema solar. La curación es espontánea en tres o cuatro días.

**Segundo grado:** Son algo más profundas, afectan a la epidermis y a la capa inferior o dermis, dando lugar a la aparición de ampollas. La curación sucede, con métodos adecuados, entre 5 y 7 día.

**Tercer grado:** Son muy profundas, afectando a todas las capas de la piel. Producen una alteración de todas las estructuras cutáneas y de las terminaciones nerviosas, dando lugar a una piel quemada y acartonada que se denomina necrosis o escara.

#### ¿Qué hacer?

1. Neutralizar el agente agresor.
2. Si la ropa está ardiendo, apagar las llamas con mantas, abrigos, agua, etc.
3. Controlar el pulso y la respiración.
4. Cortar las ropas sobre la zona quemada. No tratar de quitar la ropa adherida a la quemadura.
5. Limpieza con agua fría.
6. Tapar con gasas, y practicar vendajes poco voluminosos y no compresivos.
7. Tapar al herido con una sábana limpia.
8. Tranquilizar al lesionado.
9. Trasladar al paciente a emergencia.

## Sección V: Información Complementaria.

### S-V-1. Agentes patógenos transmisibles por efluentes industriales.

PRINCIPALES MICROORGANISMOS PATÓGENOS TRANSMISIBLES POR EFLUENTES INDUSTRIALES. PLANTA DE PROCESAMIENTO INTEGRAL DE CARNE DE GANADO VACUNO			
Agente Biológico	Patología	Hábitat	Vía de transmisión
<b>BACTERIAS</b>			
Escherichia coli	Enteritis, colitis hemorrágica, SUH, (dependiendo la cepa).	Intestino de animales y hombre.	Fecal-oral. Aguas y alimentos contaminados.
Campylobacter jejuni	Enterocolitis aguda (sanguinolenta, disentería: dependiendo la cepa).	Tracto digestivo de mamíferos (ganado vacuno) y hombre.	Animales infectados. Persona-persona. Agua y alimentos contaminados.
Clostridium perfringens	Diarrea, enteritis necronizante (dependiendo del tipo de toxina).	Agua, sedimentos, polvo. Tracto intestinal del hombre.	Agua y alimentos contaminados.
Listeria monocytogenes	Septicemia, meningitis y meningoencefalitis.	Heces de animales (ganado vacuno) y hombre, aguas y lodos residuales. Ubicuitario.	Fecal-oral. Aguas y alimentos contaminados.
Salmonella spp.	Enteritis (S. enteritidis, S. typhimurium, S. virchow). Enfermedad sistémica (S. typhi, S. paratyphi): fiebre entérica (tifoidea).	Tracto gastrointestinal de animales.	Heces, agua, piensos, alimentos.
Staphylococcus aureus	Náuseas, vómito, espasmos estomacales, postración, diarrea.	Piel, glándulas anejas, mucosas de animales y hombre.	Heces, agua, suelo, polvo, aire.

**S-V-1.** Agentes patógenos transmisibles por efluentes industriales, continuación.

Shigella spp.	Disentería.	Intestino de mamíferos y hombre.	Agua, heces y alimentos contaminados.
Vibrio cholerae	Cólera. Diarrea. Gastroenteritis.	Agua.	Agua y alimentos contaminados.
<b>HONGOS</b>			
Aspergillus flavus	Alergia, infección pulmonar, asma. Cancerígeno (aflatoxinas).	Productos agrícolas en almacenamiento. Harina de cacahuete.	Piensos animales, compost, alimentos.
<b>PARÁSITOS</b>			
Giardia lamblia	Diarrea, náuseas, calambres estomacales.	Agua, alimentos.	Agua y alimentos contaminados. Personas infectadas.
Cryptosporidium parvum	Diarrea, náuseas.	Ganado vacuno, ovino, cerdos; en forma de quistes.	Agua y alimentos contaminados.
<b>VIRUS</b>			
Hepatovirus (A y E)	Hepatitis infecciosa (Hepatitis A).	Células del epitelio intestinal del huésped. Heces.	Persona-persona. Fecal-oral. Agua y alimentos contaminados.
Adenovirus, Calcivirus, Rotavirus	Gastroenteritis.	Células del epitelio intestinal del huésped. Heces.	Persona-persona. Fecal-oral. Agua y alimentos contaminados.


Fuente: elaboración propia, 2016.



S-V-2. Hoja de seguridad química: Hipoclorito de Sodio.


Fichas Internacionales de Seguridad Química

**HIPOCLORITO DE SODIO (disolución <5%)** ICSC: 0482



HIPOCLORITO DE SODIO (disolución <5%)  
NaClO  
Masa molecular: 74.4

Nº CAS 7681-52-9  
Nº RTECS NH3486300  
Nº ICSC 0482  
Nº NU 3212



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		
<b>EXPLOSION</b>			En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones evitando con agua.
<b>EXPOSICION</b>		EVITAR LA FORMACION DE NEBLA DEL PRODUCTO!	
<b>INHALACION</b>	Tos, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
<b>PIEL</b>	Enrojecimiento, dolor.	Gaunas protectoras y traje de protección.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo y proporcionar asistencia médica.
<b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
<b>INGESTION</b>	Sensación de quemazón, dolor de garganta, tos, dolor abdominal, diarrea, vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilar. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	Separado de ácidos y sustancias incompatibles (véanse Peligros Químicos). Mantener en lugar fresco y oscuro.	Símbolo C R: 31-34 S: (12)-20-45-60 Clasificación de Peligros NU: 5.1 Grupo de Envasado NU: II CE:

**VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE**



ICSC: 0482 Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994

**HIPOCLORITO DE SODIO (disolución <5%)** ICSC: 0482

<b>D A T O S F I S I C O S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Solución clara, ligeramente amarilla, de olor característico.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	<b>PELIGROS FISICOS</b>	<b>RIESGO DE INHALACION</b> No puede indicarse la velocidad a la que se alcanza una concentración nociva en el aire por evaporación de esta sustancia a 20°C.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarse intensamente, en contacto con ácidos y bajo la influencia de luz, produciendo gases tóxicos y corrosivos, incluyendo cloro (ver FISIQ. 3-055). La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores. La disolución en agua es moderadamente tóxica.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV no establecido.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel (véanse Notas).
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Densidad relativa (agua = 1): 1.1	Solubilidad en agua: g/100 ml a 0°C: 29.3
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.	
<b>NOTAS</b>		
En general, los blanqueadores que contienen una concentración de hipoclorito sódico del 5% tienen un pH= 11 y son irritantes. Si la concentración de hipoclorito sódico fuera superior al 10% la solución tiene un pH= 13 y es corrosiva. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). Nombres comerciales: Clorox, Javel. La disolución de Dakin es una solución acuosa que contiene hipoclorito sódico 0.9%. Consultar también la ficha ICSC: 1119.		
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)45		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
FISIQ. 6-107 HIPOCLORITO DE SODIO (disolución <5%)		
ICSC: 0482 <span style="float: right;">HIPOCLORITO DE SODIO (disolución &lt;5%)</span>		
© CCE, IPCS, 1994		
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/248/CEE tras puesta a la legislación española por el Real Decreto 263/95 (BOE 5.8.95).	

S-V-3. Hoja de seguridad química: Sulfato de Aluminio.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

SULFATO DE ALUMINIO		ICSC: 1191 Noviembre 2010	
CAS: 10043-01-3 CE / EINECS: 233-135-0		Sulfato aluminio Trisulfato de aluminio Trisulfato de dialuminio Alumbre $Al_2SO_4$ / $Al_2(SO_4)_3$ Masa molecular: 342.1	
			
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos corrosivos y tóxicos (o gases).		En caso de incendio en el exterior: usar un medio de extinción adecuado.
EXPLOSIÓN			
EXPOSICIÓN		EVITAR LA DISPERSIÓN DEL POLVO!	
Inhalación	Tos. Dolor de garganta.	Evitar la inhalación de polvo. Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio y reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Enrojecimiento.	Guantes de protección.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
Ojos	Enrojecimiento. Quemaduras.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ingestión	Sensación de quemazón en la garganta y el pecho. Dolor abdominal. Náuseas. Vómitos. Diarrea.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber uno o dos vasos de agua. Proporcionar asistencia médica.
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>		<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
Protección personal: filtro para partículas adaptado a la concentración de la sustancia en aire. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Barrer la sustancia demandada e introducirlo en un recipiente tapado de plástico, si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión y trasladarlo a continuación a un lugar seguro.		Clasificación GHS: Atención Provoca irritación ocular grave. Puede provocar irritación respiratoria. Tóxico para los organismos acuáticos.	
<b>RESPUESTA DE EMERGENCIA</b>		<b>ALMACENAMIENTO</b>	
		Separado de bases y oxidantes fuertes. Mantener en lugar seco. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas. Medidas para contener el efluente de extinción de incendios.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE: IPCS, 2011 			

Fichas Internacionales de Seguridad Química

SULFATO DE ALUMINIO		ICSC: 1191
<b>DATOS IMPORTANTES</b>		
<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Cristales brillantes o polvo de color blanco. Inodoro. Higroscópico.	<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.	
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarse intensamente o al arder, produciendo humos tóxicos y corrosivos, incluyendo óxidos de azufre. Reacciona con bases y violentamente con oxidantes fuertes, liberando calor y humos tóxicos y corrosivos, incluyendo óxidos de azufre. La disolución en agua es moderadamente ácida. Ataca a muchos metales en presencia de agua.	<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Puede alcanzarse rápidamente una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire cuando se dispersa, especialmente si está en forma de polvo.	
<b>LMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV no establecido. MAK no establecido.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia irita gravemente los ojos, el tracto gastrointestinal y levemente la piel.	
	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a alteraciones funcionales.	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		
Se descompone a 776°C. Densidad: 2.71 g/cm <sup>3</sup> Solubilidad en agua: elevada. Ver Notas.		
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.		
<b>NOTAS</b>		
Presente en la naturaleza como el mineral Alunogenita. Otros nos CAS: 16828-12-0 (14-hidrato); 18828-11-8 (16-hidrato); 7784-31-8 (18-hidrato); 17927-65-0 (x-hidrato). El sulfato de aluminio se hidroliza en agua formando ácido sulfúrico y liberando calor. Los valores de la bibliografía para la solubilidad de esta sustancia son muy diferentes debido al proceso de hidrólisis.		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
<b>NOTA LEGAL</b> Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.		
© IPCS, CE 2011		

**S-V-4. Datos del Personal: Planilla Modelo.**

Datos de la Empresa	Datos del Trabajador
Razón Social:	Nombre/s:
Domicilio:	Apellido/s:
Teléfono:	Sexo:
Ciudad:	Edad:
Provincia:	Grupo sanguíneo:
CUIT:	Alergias:
Código Postal.:	Patologías:
Correo electrónico:	Emergencias avisar a:
	Nombre/s y Apellido/s: Número celular /otro:
<p>Responsable por la Empresa</p> <p>Cargo:.....</p> <p>Nombre/s:.....</p> <p>Apellido/s:.....</p> <p>Número telefónico de contacto:.....</p> <p style="text-align: center;">Firma responsable Aclaración</p>	

**A – 6.3. Imágenes de la planta de tratamiento de efluentes en operación.**

**A – 6.3.1. Cámaras de inspección.**



**A – 6.3.2. Zona de filtrado.**



**A – 6.3.3. Equipo clarificador.**



**A – 6.3.4.** Operario desempeñando tareas en la zona de filtrado.



**A – 6.3.5.** Rejas de la zona de filtrado.



**A- 6.4. Ley de Stokes (48).**

$$V_s = \frac{d^2(\rho_s - \rho) \cdot g}{18 \cdot \rho \cdot \mu}$$

Donde:

$V_s$  [cm/s]: velocidad de sedimentación.

$\rho_s$  [g/cm<sup>3</sup>]: densidad de la partícula de tamaño mínimo. (A Toperación [°C]) (\*)

$\rho$  [g/cm<sup>3</sup>]: densidad del fluido. (A Toperación [°C]).

$M$  [cm<sup>3</sup>/s]: viscosidad cinemática del fluido. (A Toperación [°C]).

$G$  [cm/s<sup>2</sup>]: gravedad.

$D$  [cm]: diámetro de partícula de tamaño mínimo.

(\*) A determinar.

**A– 6.5.** Cálculo estimado de la cantidad de coagulante a emplear en el equipo clarificador.

$Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ (ac)	
Densidad relativa a 25°C [g/L]	1,32
Dosis [mg/L]	2000 *
Volumen aproximado del equipo clarificador [m <sup>3</sup> ]	193
Cantidad estimada a utilizar en el clarificador [kg/batch]	386

(\*) Para uso en aguas oleosas [500 a 2000mg/L]<sup>12</sup>, (22). (La dosis mencionada es de uso corriente, sin embargo, la misma puede ajustarse en función de las características del efluente a tratar, las que suelen variar). Se estima que el caudal a tratar actualmente en la planta de efluentes industriales, es aproximadamente de 2m<sup>3</sup>/h, sin embargo, el cálculo se efectuó para el equipo clarificador operando a su capacidad máxima.

Fuente: elaboración propia, 2017.

<sup>12</sup> Aldar Química SA de C.V. Disponible en:

[www.aniq.org.mx/pqta/pdf/SULFATO%20DE%20ALUMINIO%20L%C3%8DQUIDO%20\(HT\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/SULFATO%20DE%20ALUMINIO%20L%C3%8DQUIDO%20(HT).pdf)

## Tratamiento de Efluentes en la Industria Frigorífica



*Nazario Parra Redondo (Desde la izquierda segundo lugar), fundador del Frigorífico Industrial San Telmo SACIAFIF. Mar del Plata ,1960.*

*Fuente: La Capital, 2010.*