

---

**COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - REGION METROPOLITANA**

---

**GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCION DE LA  
CONTAMINACION INDUSTRIAL**

**FABRICACIÓN DE GRASAS Y ACEITES  
VEGETALES Y SUBPRODUCTOS**

**SANTIAGO  
JULIO DE 1998**

## INDICE

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>5</b>
1.1 ACTIVIDADES INDUSTRIALES EN LA REGIÓN METROPOLITANA. <sup>[1,5]</sup> .....	5
1.2 INDICADORES ECONÓMICOS DEL SECTOR. <sup>[1]</sup> .....	6
<b>2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION. ....</b>	<b>8</b>
2.1 GENERALIDADES .....	8
2.2 MATERIAS PRIMAS <sup>[1,5,8]</sup> .....	8
2.3 PROCESOS DE PRODUCCIÓN <sup>[1,2,3,5,8]</sup> .....	9
<b>2.3.1 Procesamiento de semillas oleaginosas.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.2 Procesamiento para la refinación de aceites .....</b>	<b>9</b>
2.4 PLANTAS DE ENVASADO .....	14
<b>2.4.1 Aceite .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.2 Margarinas .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.3 Mantecas.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.4 Mayonesa.....</b>	<b>15</b>
<b>3. GENERACIÓN DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES. ....</b>	<b>16</b>
3.1 IMPORTANCIA DEL SECTOR EN RELACIÓN A LOS ASPECTOS AMBIENTALES. <sup>[2,3,8]</sup> .....	16
3.2 CONTAMINACIÓN DEL AIRE. <sup>[2,3,8]</sup> .....	16
3.3 MOLESTIAS. <sup>[2,3,8]</sup> .....	16
3.4 CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS. <sup>[2,3,8]</sup> .....	17
3.5 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. <sup>[2,3,8]</sup> .....	17
3.6 IMPACTOS AMBIENTALES ACTUALES Y POTENCIALES. <sup>[2,3,8]</sup> .....	18
<b>4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION Y OPTIMIZACION DE PROCESOS. <sup>[2,3,4,6,7,8]</sup></b>	<b>19</b>
4.1 CONTROL DE PROCESOS, EFICIENCIA, Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.....	19
<b>4.1.1 Estrategias y Jerarquía de Prevención de la Contaminación. ....</b>	<b>19</b>
4.2 CONTROL DE PROCESOS, EFICIENCIA, Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.....	20
4.3 POSIBILIDADES DE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN MÁS AVANZADAS Y MÁS LIMPIAS. <sup>[2,3,4,6,7,8]</sup> ...	21
4.4 POSIBILIDADES DE MINIMIZACIÓN, REUSO, RECIRCULACIÓN, RECUPERACIÓN Y RECICLAJE. <sup>[2,3,4,6,7,8]</sup> .....	23
4.5 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN, CON REFERENCIA A LAS AUDITORÍAS, MEDIDAS ORGANIZATIVAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL (ISO 14000). <sup>[7]</sup> .....	23
<b>5. METODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION. ....</b>	<b>25</b>
5.1 TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS. ....	25
<b>5.1.1 Tratamientos físicos. ....</b>	<b>25</b>
<b>5.1.2 Tratamiento químico.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1.3 Tratamiento de sulfatos. ....</b>	<b>28</b>
5.2 MÉTODOS DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA. ....	30
5.3 ELIMINACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. ....	31

5.3.1	<i>Tratamiento de lodos del tratamiento de los RILES</i> .....	31
5.3.2	<i>Disposición de residuos sólidos generados al interior del proceso productivo</i> .....	31
5.4	SISTEMAS DE CONTROL, Y EFICIENCIA DE REDUCCIONES DE LOS CONTAMINANTES.....	32
<b>6.</b>	<b>ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION</b> .....	<b>34</b>
6.1	INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL USO DE TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....	34
6.2	INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DE MEDIDAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.....	34
6.3	INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTION AMBIENTAL.....	35
<b>7.</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b> .....	<b>37</b>
7.1	PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS Y TÓXICOS.....	37
7.2	NIVELES DE RUIDO.....	38
7.3	CONTROL DE RIESGOS.....	38
7.4	PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	39
<b>8.</b>	<b>LEGISLACION AMBIENTAL VIGENTE EN CHILE</b> .....	<b>40</b>
8.1	NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS.....	40
8.2	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	41
8.3	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS.....	44
8.4	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	45
8.5	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS.....	46
8.6	NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	47
8.7	NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.....	50
8.7.1	<i>Normas relativas al agua</i> .....	50
8.7.2	<i>Normativas de salud y seguridad ocupacional</i> .....	51
<b>9.</b>	<b>PROCEDIMIENTOS DE OBTENCION DE PERMISOS (AUTORIZACIONES), CONTENIDO Y FISCALIZACION</b> .....	<b>53</b>
9.1	CERTIFICADO DE CALIFICACION TÉCNICA.....	54
9.2	INFORME SANITARIO.....	54
9.3	PERMISOS MUNICIPALES.....	56
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>57</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>59</b>

## PRESENTACION

La Región Metropolitana de la República de Chile concentra la mayor parte de la actividad económica del país. La base industrial de la región es diversa, incluyendo rubros tan variados como alimentos, textiles, productos químicos, plásticos, papel, caucho y metales básicos. Sin embargo, el rápido crecimiento económico e industrial ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución de aire, agua y suelo.

Comprometido con formular y desarrollar una política ambiental tendiente a resolver estos problemas, el Gobierno de Chile ha creado un marco legal e institucional que incluye, entre otros, planes y programas de cooperación internacional. En este marco, y con el propósito de promocionar un desarrollo industrial sustentable, el Gobierno de los Países Bajos (Holanda), a través de su Ministro para la Cooperación Internacional, aprobó una donación al Gobierno Chileno, para realizar dos programas de asistencia técnica, denominados: “Manejo de un Plan de Gestión Ambiental, Segunda Etapa” y “Fiscalización, Control de la Contaminación y Gestión Ambiental en la Región Metropolitana”. Estos programas incluyeron un proyecto titulado: “Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial”, desarrollado entre los años 1994 y 1997.

El objetivo principal de estas guías, a ser distribuidas a todas las empresas de cada rubro estudiado, es orientar al sector en materia ambiental, entregándole herramientas de prevención y control de la contaminación. A su vez, pretende contribuir a las actividades de fiscalización que realiza la Autoridad, optimizando la calidad de las mismas, si bien las guías en sí no son un instrumento fiscalizable.

Los rubros industriales prioritarios para la Región Metropolitana se seleccionaron en base a criterios, tales como la representatividad dentro del sector manufacturero y los impactos ambientales que generan.

El presente documento entrega una reseña sobre los impactos ambientales provocados por los residuos generados por la industria de Fabricación de Grasas y Aceites Vegetales. A su vez, identifica las medidas de prevención de los potenciales impactos; los métodos de control de la contaminación (end of pipe) recomendados, los costos asociados; y los aspectos relacionados con la seguridad y salud ocupacional. Como marco legal, entrega la información referente a la normativa medioambiental vigente en el país, y los procedimientos de obtención de permisos requeridos por la industria.

En la elaboración de las guías han participado consultores nacionales, con la asesoría experta de la empresa Holandesa BKH Consulting Engineers. Como contraparte técnica del proyecto han participado las siguientes instituciones: CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Departamento Programa sobre el Ambiente del Ministerio de Salud y las Asociaciones de Industriales de cada rubro estudiado. La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de la CONAMA, Dirección Región Metropolitana. La presente guía para el control y prevención de la contaminación industrial en el rubro Fabricación de Grasas y Aceites Vegetales, ha sido elaborada por la Unidad de Residuos de la CONAMA RM, en base a un estudio realizado por la empresa consultora FRONDA.

## 1. INTRODUCCION

La Clasificación Industrial Internacional Uniforme (C.I.I.U.) de todas las Actividades Económicas elaborada por Naciones Unidas, enmarca a las industrias aceiteras bajo el código 31151 de la Ley 3133, que corresponde a la fabricación de grasas y aceites vegetales y subproductos.

Este sector en la Región Metropolitana está compuesto por 4 grandes empresas, Coprona (UniLever), Watt's, AgroMaule y Grasco; otras medianas como NorOil, San Fernando y Río Claro; y alrededor de 8 pequeñas empresas elaboradoras de grasas. Existen un sinnúmero de microempresas dedicadas a la producción de grasas de panadería y aceites para frituras.

Dentro de las empresas descritas hay algunas como Grasco que no venden directamente al consumidor sino que procesan para terceros.

En cuanto al objetivo de este trabajo, el medio ambiente, se observa un notorio avance en la mayoría de las empresas, en donde se han efectuado a la fecha importantes inversiones para control de emisiones líquidas y gaseosas, así como control de olores.

### *1.1 Actividades Industriales en la Región Metropolitana.* <sup>[1,5]</sup>

Los productos elaborados por este sector industrial son aceites líquidos; mantecas domésticas; margarina; mantecas de panadería; mayonesa; aceites y grasas industriales.

Sobre el 99% de la producción de estos productos se concentra en la Región Metropolitana. la excepción se produce en mayonesa, en donde la RM representa tan solo el 35% de la producción. El fuerte de dicha producción está en la V Región.

Cabe destacar que hay un porcentaje del mercado atendido por importaciones de producto elaborado.

El mercado de manteca de panadería y aceites para frituras, envuelve un significativo número de microempresas no cuantificadas. Debido a la baja barrera a la entrada<sup>1</sup>, mucha gente efectúa el proceso de producción de aceites o manteca en sus casas.

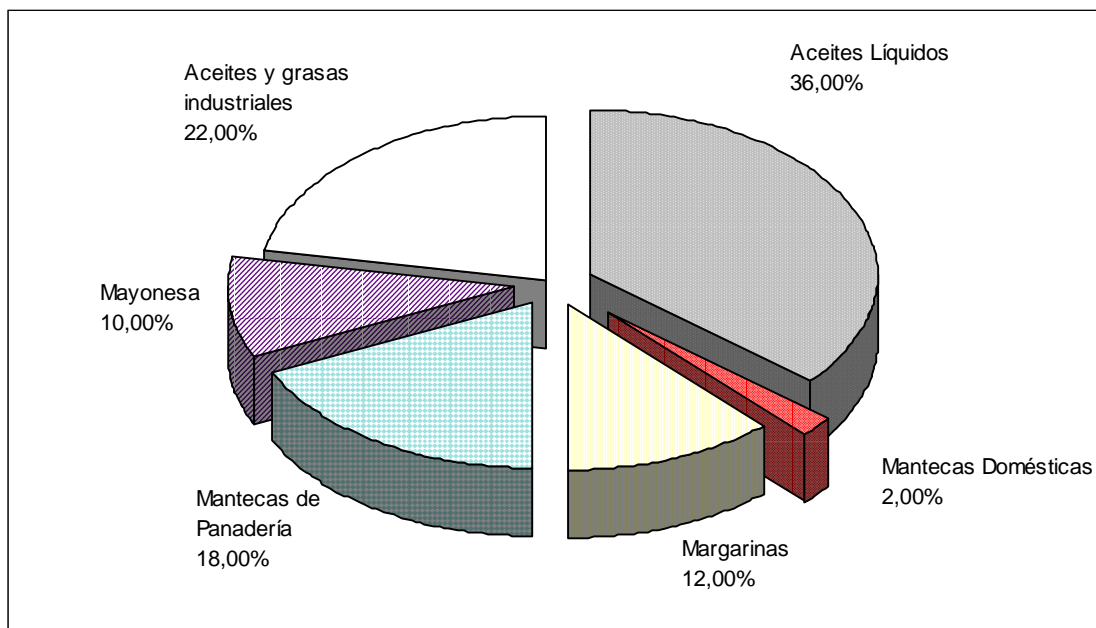
---

<sup>1</sup> Aprovechan las instalaciones propias de una cocina para efectuar esta producción. De hecho, en la producción La Legua es un micronegocio muy recurrido por los pobladores. (Información proporcionada por el Sr. Francisco Prado)

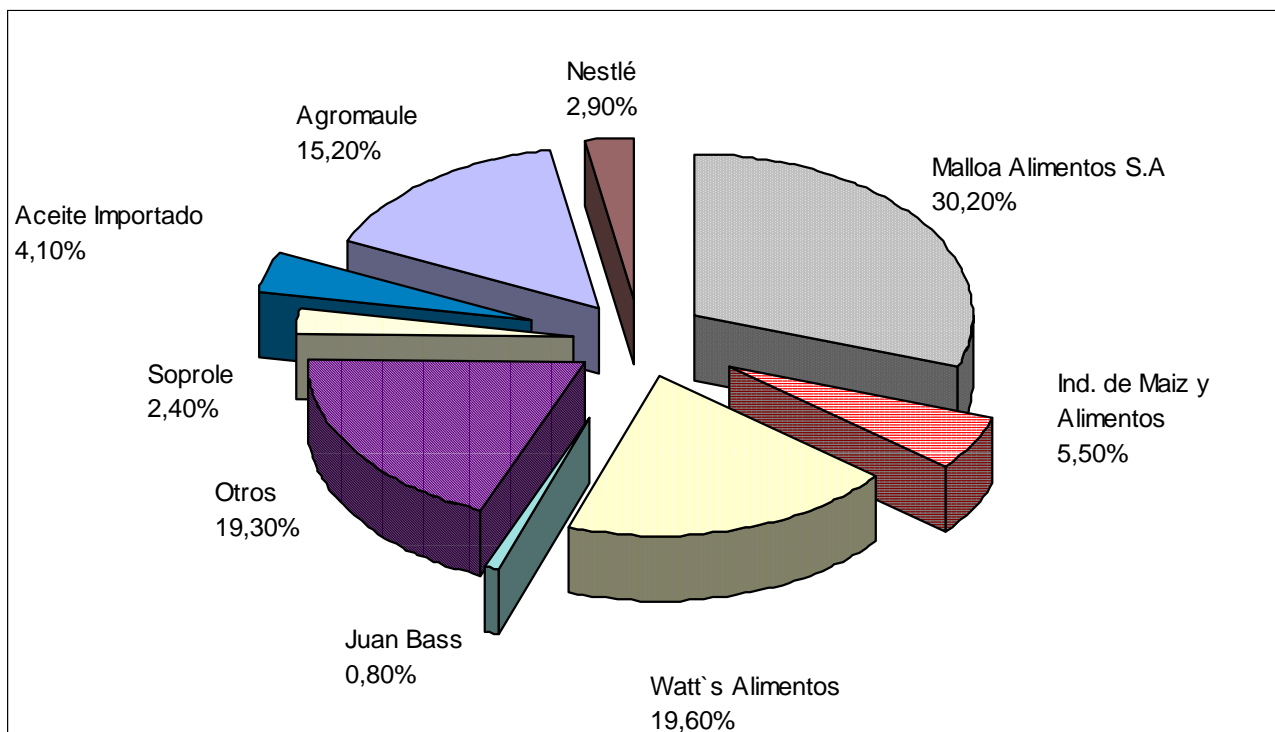
## 1.2 Indicadores económicos del sector. <sup>[1]</sup>

En los cuadros 1-1 y 1-2 se entrega la distribución de los productos elaborados a nivel nacional y la participación de las empresas productoras respectivamente.

**CUADRO 1-1: Participación de los distintos productos en el mercado aceitero nacional.**



**CUADRO 1-2: Participación de las empresas productoras a nivel nacional.**



## 2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION.

### 2.1 Generalidades

Los aceites crudos que se procesan en las refinerías de aceites para consumo humano, son naturales y pueden ser de origen vegetal o animal marino o terrestre. Estos aceites están compuestos sobre un 90% de triglicéridos y como son materias primas naturales contienen además, una serie de componentes menores los que deben, en la mayoría de los casos, removerse o disminuir su concentración durante su procesamiento.

Los triglicéridos son triésteres de glicerina y ácidos grasos, siendo éstos últimos los que otorgan las características físicas y químicas propias a cada aceite. Es así, como los aceites vegetales están constituidos principalmente por triglicéridos con ácidos grasos de 18 átomos de carbono en su molécula, y en proporción menor con ácidos grasos de menor y mayor número de átomos de carbono. En el caso de los aceites marinos, la proporción de ácidos grasos de 20 y más átomos de carbono es bastante mayor que en los aceites de origen vegetal. Estos ácidos grasos, así configurados, pueden a su vez contener diversos grados de insaturación en su conformación. Las grasas y aceites de origen animal terrestre contienen una gran proporción de ácidos grasos saturados.

Se llama grasa a los aceites que son sólidos a temperatura ambiente. En general, una propiedad física como el punto de fusión de los triglicéridos, aumenta con el número de átomos de carbono en la cadena de los ácidos grasos y con la saturación de ellos.

### 2.2 Materias Primas <sup>[1,5,8]</sup>

Las principales materias primas utilizadas en la industria aceitera son semillas oleaginosas, aceite de pescado y aceites vegetales crudos. Además se deben considerar como reactivos o aditivos los siguientes elementos ácido fosfórico, soda cáustica, tierra de blanqueo, ayuda filtro, catalizadores, hidrógeno, antioxidante, nitrógeno, leche, sal, agua, preservantes, huevo y limón.

Gran parte de los aceites crudos vegetales son importados. Entre estos cabe destacar los aceites de soya y maravilla como los de mayor consumo. En menor cantidad se consumen los aceites de coco, palma, algodón, oliva, maíz y pepa de uva.

Entre los aceites suministrados dentro de Chile cabe destacar el aceite de pescado, el cual sin lugar a dudas es el de mayor consumo en el país. En menor medida se producen localmente aceite de maravilla, canola (raps) y maíz.



### **2.3 Procesos de Producción** <sup>[1,2,3,5,8]</sup>

Los procesos de Producción para la fabricación de Grasas y Aceites se pueden separar en dos grupos que son: el procesamiento para obtener Aceites Crudos de las semillas oleaginosas y el procesamiento para la refinación de los Aceites Crudos.

#### **2.3.1 Procesamiento de semillas oleaginosas**

Las únicas plantas con capacidad de procesar las semillas de maravilla y canola son Agromaule y San Fernando, esta última no procesa semilla en la actualidad.

El proceso de obtención de aceite crudo a partir de oleaginosas, comienza cuando la semilla es sometida a un proceso de secado para estandarizar su humedad. Luego se procede a una limpieza por medio de harneros, eliminando todos los elementos extraños como ramas, hojas, piedras, cáscaras cuando corresponda, etc. Una vez limpias, viene la etapa en que la semilla es laminada. En esta etapa las semillas que contienen en su interior celdillas microscópicas con aceite, pasan por rodillos los cuales se encargan de laminarlas. Posteriormente, las láminas son sometidas a un calentamiento y a una cocción con vapor directo, cuya función es dilatar los tejidos celulares de las semillas preparando de esta forma éstos para la etapa de prensado.

Las hojuelas cocinadas, que contienen alrededor de un 40 a 45% de aceite, se someten a un prensado que consiste en comprimirlas en un tornillo sin fin contra un cono circular. De este proceso se obtiene el aceite crudo y la torta. El aceite crudo pasa por una etapa de filtración y luego se envía a los estanques de almacenamiento. La torta, que aun contiene entre un 15 y un 25% de aceite, pasa a la etapa de extracción por solvente.

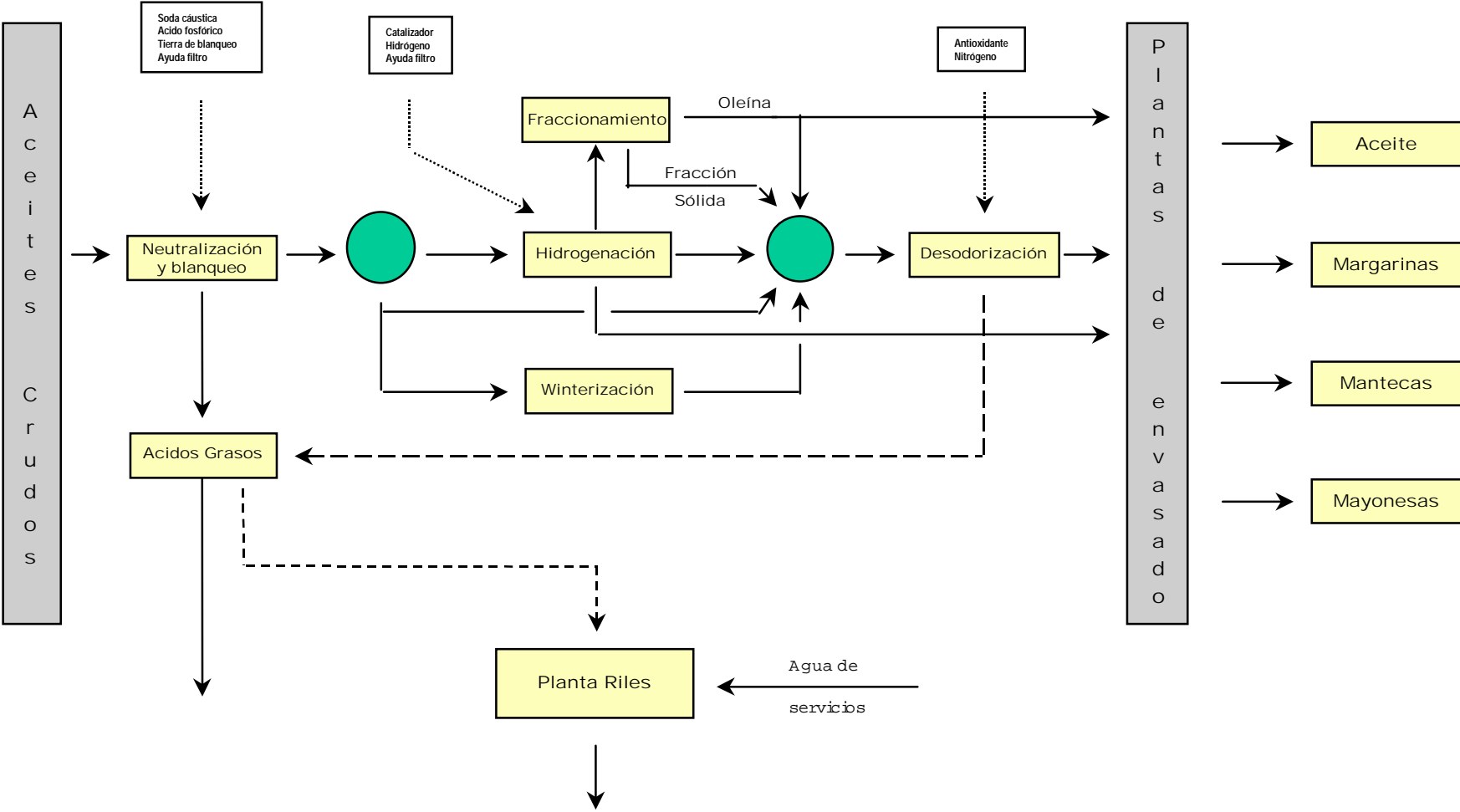
En la etapa de extracción, la torta se somete a una lluvia de solvente adecuado, normalmente n-hexano, el que es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en éste. Posteriormente, a través de un proceso de destilación, se retira todo el solvente utilizado, condensándolo para su reutilización. De esta forma queda el aceite crudo listo para ser mezclado en el estanque de almacenamiento con el aceite de prensado.

#### **2.3.2 Procesamiento para la refinación de aceites**

La refinación tiene como objetivo retirar del aceite todos aquellos compuestos objetables y adecuar su estructura química con la finalidad de lograr un producto terminado óptimo para el consumo humano.

En la figura 2-1 se presenta el diagrama de flujo de las principales etapas de un proceso general de aceites.

FIGURA 2-1: Diagrama de Proceso en la Industria de Grasas y Aceites.



### *2.3.2.1 Neutralización y blanqueo*

Los componentes menores de los aceites crudos y que son indeseables para el sabor, estabilidad, aspecto y para su procesamiento, deben ser removidos o reducida su participación. Dentro de estos componentes están los ácidos grasos libres, mono y di-glicéridos, fosfátidos, mucílagos, pigmentos, compuestos proteicos, restos de semillas, residuos de pesticidas, hidratos de carbono, tocoferoles, esterol, colesterol, hidrocarburos, etc.

Como se indicó anteriormente, el aceite crudo debe purificarse para mejorar algunos atributos y permitir procesarlo exitosamente para obtener finalmente productos terminados de calidad adecuada. El proceso a través del cual se logra este objetivo es la Neutralización y el Blanqueo.

En efecto, el primer proceso importante en las refinerías, es la Neutralización que se realiza en forma batch, o bien, en forma continua. Los procesos batch se tienen en Plantas que operan en pequeña escala, 20 a 50 ton/día, siendo estas instalaciones de un menor costo de capital, sin embargo, la operación se hace más dependiente del operador, las pérdidas son mayores y la calidad obtenida es inferior.

En plantas continuas, que se utilizan para producciones mayores, se dispone, a la entrada de ellas, de un estanque de alimentación diaria, desde donde se provee el aceite crudo a un intercambiador de calor de placas, para temperarlo a las condiciones de proceso. A continuación el aceite es tratado con ácido fosfórico para su Desgomación - eliminación de fosfátidos no hidratables - y luego con soda cáustica para su Neutralización. Tanto la Desgomación, como la Neutralización, se llevan a cabo en mezcladores continuos especialmente diseñados para tener tiempos de residencia adecuados. El producto de reacción de estas etapas - el jabón o soapstock - junto al aceite, es conducido a una centrífuga, para su separación. Después de esta etapa, el aceite aun lleva jabón en suspensión, el que es removido por lavados con agua blanda caliente, la que a su vez, con los residuos de jabón, es separada del aceite por medio de otra centrífuga. Se puede hacer un segundo lavado del aceite con una tercera centrífuga. Finalmente el aceite es conducido a una torre de secado. Con todos estos procesos se han reducido fuertemente del aceite, los ácidos grasos libres, las gomas, la humedad, jabones, compuestos azufrados, de oxidación, metales, etc.

El aceite neutro y seco se lleva a la etapa de Blanqueo, en la cual, el aceite, es tratado con tierras activadas las que tienen la propiedad de retirar componentes menores por adsorción. Si bien esta etapa se conoce por Blanqueo, en los procesos posteriores como son la Hidrogenación y la Desodorización del aceite, también se produce una baja del color, debido a la degradación térmica de los pigmentos de tipo carotenoides presentes en los aceites marinos y en los aceites vegetales. Esta etapa bien pudo llamarse 'purificación adsortiva' ya que es el mecanismo por el cual actúan las tierras activadas, limpiando el aceite tratado en cuanto a pigmentos, trazas de jabón residual, gomas incluyendo fosfátidos de los cuales se señalan como precursores de inestabilidad del sabor, trazas de sustancias metálicas pro-oxidantes, y en la destrucción de peróxidos y sus productos de descomposición.

El Blanqueo se lleva a cabo en estanques de acero al carbono, cerrados, de unos 10 m<sup>3</sup> de capacidad, en los cuales se acondiciona la temperatura del aceite y se pone en contacto con la tierra activada un tiempo breve y definido, período en el que se verifica la adsorción. Posteriormente la tierra es retenida en filtros quedando el aceite neutro-blanqueado listo para procesos posteriores. Todo este proceso debe realizarse bajo vacío para protección del aceite. El aceite neutro-blanqueado se almacena en estanques de fierro, constituyendo un pulmón de una cantidad adecuada para los procesos que le siguen.

El soapstock que se separa en la primera centrífuga en conjunto con las aguas de lavado, son conducidos a la Acidulación. En esta planta se recupera toda la acidez grasa inicial del aceite crudo, la cual arrastra una parte de aceite neutro. El soapstock se trata con ácido sulfúrico para regenerar los ácidos grasos originales, lo que constituye el principal subproducto de una refinería de aceite comestible. Este subproducto encuentra mercado en alimentación animal y en la fabricación de jabones.

El proceso de la Acidulación se realiza en cubas de madera o de plástico reforzado con fibra de vidrio y como es un proceso en el cual se producen aguas ácidas, éstas deben tratarse en una planta de riles previo a su descarte al alcantarillado.

### **2.3.2.2 Hidrogenación**

La Hidrogenación es un cambio químico que se realiza a nivel molecular, para producir las modificaciones, que tienen como objetivo estabilizar los aceites y proveer de la consistencia adecuada a las materias grasas para su aplicación final. El proceso de Hidrogenación se realiza sobre el aceite neutro-blanqueado y este debe estar muy purificado para llevarlo a cabo con buen resultado. En el caso del aceite de pescado, la Hidrogenación cumple un papel fundamental ya que es el proceso que permite que sea utilizado en productos destinados a la alimentación humana.

La Hidrogenación es un proceso de tipo batch que se lleva a cabo en convertidores construidos en acero, en los cuales se verifica una reacción en fase heterogénea, es decir, interactúa un gas con un líquido y en presencia de un catalizador sólido. Por este motivo, son reactores cerrados, diseñados para operar bajo presiones moderadas, provistos de agitación, de intercambiadores de calor, dispersores de gas, etc. El agitador se construye de modo que, el gas que es admitido por la parte inferior del convertidor esté la mayor parte del tiempo en contacto con el aceite líquido. Una vez que el gas llegue al cabezal del reactor, con las paletas superiores del agitador se debe lograr succionar dicho gas. La reacción prosigue, en las curvas de temperatura que corresponda, hasta que el operador verifique que se hayan obtenido las características finales del producto. Logradas estas condiciones, el lote de producción de descarga y se retira el catalizador por medio de filtración.

### **2.3.2.3 Fraccionamiento**

El Fraccionamiento es el proceso por el cual se obtiene los sólidos que existen en un aceite a una cierta temperatura, separados de los líquidos que coexisten a esa temperatura en ese aceite. En realidad, la

separación se verifica por medios físicos y el proceso en sí constituye un cambio en el aceite donde se ha modificado la configuración molecular de las fracciones obtenidas, con respecto al aceite original. La winterización es un caso particular de fraccionamiento, ya que en aquel proceso se separan por cristalización, pequeñas cantidades de los componentes sólidos, ya sean éstos triglicéridos (el caso de aceite de pescado y algodón) o bien ceras (el caso de aceites de maíz y de maravilla). En todos los casos, el proceso se realiza enfriando el aceite, cristalizando cuidadosamente los sólidos que existan a esa temperatura, y separando por un método que normalmente es la filtración.

El proceso del Fraccionamiento se emplea en variados casos como son: para el aceite de palma del cual se obtiene una oleína utilizada en mezclas con otros aceites vegetales; la grasa de vacuno de la cual se obtienen la oleomargarina y la oleostearina; la grasa de mantequilla de la cual se obtienen excelentes fracciones para uso en pastelería; la elaboración de sustitutos de manteca de cacao a partir de aceites vegetales hidrogenados y aceites de palma y coco; el aceite de pescado hidrogenado del cual se obtiene oleína para combinar con aceites vegetales, productos que son más económicos que los aceites vegetales puros.

El Fraccionamiento del aceite de pescado hidrogenado para la producción de oleína, sólo se ha desarrollado en Chile y Perú y la diferencia en ambos casos reside en que hay plantas peruanas que operan en seco y las plantas chilenas en funcionamiento, operan bajo el esquema de en fase solvente. El Fraccionamiento del aceite de pescado se lleva a cabo cuando es económicamente viable; es decir, cuando todos los costos asociados al este proceso, sumado al de la materia prima compensan la sustitución del aceite vegetal.

#### **2.3.2.4 Desodorización**

Este proceso se lleva a cabo después de la neutralización, el blanqueo y la hidrogenación, una vez que se hubieran mezclados y estandarizados todos los componentes de la base grasa de los productos finales.

La desodorización es un proceso de destilación al vacío con arrastre a vapor, cuya finalidad es retirar de los aceites las trazas de sustancias que les comunican olor y sabor. Esto es factible debido a la gran diferencia de volatilidad que existe entre los triglicéridos y aquellas sustancias odoríferas que les imparten olor y sabor. La desodorización se realiza bajo vacío y a alta temperatura, para facilitar la remoción de las sustancias volátiles, para evitar la hidrólisis de las grasas y aceites y para hacer más eficiente el uso del vapor. La desodorización no tiene ningún efecto significativo en la composición de los ácidos grasos de los aceites.

Este proceso se puede realizar en instalaciones tipo batch, semicontinuas o continuas, las que se seleccionan según el número de cambios de alimentación que se tenga en la Planta. Si el proceso tiene sólo un pequeño número de cambios de producto, se selecciona el proceso continuo por ser de una menor inversión y resultar de un mejor rendimiento operativo. Los equipos deben ser construidos en acero inoxidable, disponer de los sistemas de calefacción que permitan alcanzar las altas temperaturas nece-

sarias para el buen resultado del proceso, tener un sistema de generación de alto vacío y el equipamiento de control que garanticen el cumplimiento de los parámetros prefijados. La desodorización demanda un alto consumo energético, por la que el buen uso de este recurso, como también el máximo de recuperación de él, constituye un requisito primordial.

Se debe destacar que los equipos de vacío operan con el sistema de condensación de ácidos grasos y materiales volátiles y para este fin se utilizan grandes cantidades de agua. Como es una condensación directa con agua, ésta retiene los materiales grasos condensados constituyendo un grave problema de contaminación de riles. Para subsanar esta situación la práctica recomienda enfriar, reciclando este agua para así no generar polución. Un adelanto tecnológico importante en esta sentido, es el desarrollo de sistemas que utilizan amoníaco en expansión directa como medio condensante, eliminando así la fuente de contaminación.

## ***2.4 Plantas de envasado***

El aceite desodorizado es llevado a las plantas de envasado donde, como ingrediente base, se utiliza para producir las líneas de los productos finales según sus propias características y que son el aceite, las margarinas, las mantecas y las mayonesas.

### ***2.4.1 Aceite***

El aceite desodorizado se lleva a las plantas de envasado de aceite comestible, donde se envasa en contenedores normalmente de plástico o vidrio, en diversas presentaciones en cuanto a capacidad y origen del aceite.

### ***2.4.2 Margarinas***

El proceso de envasado de margarinas se realiza formando una emulsión del tipo agua en aceite en el aceite desodorizado, la cual desarrolla y mantiene sus características según los aditivos incorporados a la emulsión y el trabajo mecánico de enfriamiento, cristalización y homogenización ejercido sobre aquella. Los aceites que se utilizan en su formulación base, normalmente son del tipo endurecido (hidrogenado) mezclado con aceites líquidos. Los envases usuales son contenedores de plástico y papel resistente a la humedad y los aceites.

### ***2.4.3 Mantecas***

Las mantecas son productos que se caracterizan por su base 100% aceite y como se requiere que sea un producto sólido a temperatura ambiente, se formulan con aceites endurecidos y/o con grasas animales.

Poseen un tratamiento térmico y mecánico similar a las margarinas. Se envasa principalmente en papel resistente a las grasas.

#### **2.4.4 *Mayonesa***

Las mayonesas son productos emulsionados que se preparan con aceites vegetales líquidos formando con ellos una emulsión del tipo aceite en agua. Como aditivos se incorporan entre otros, huevo pasteurizado, agua, aromas, colorantes, preservantes y sal. Previo a su envasado el producto es homogenizado. Los envases más utilizados son laminados de plástico y aluminio y frascos de vidrio.

### **3. GENERACIÓN DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES.**

#### **3.1 *Importancia del sector en relación a los aspectos ambientales.*** <sup>[2,3,8]</sup>

Los grandes problemas ambientales asociados al sector aceitero dicen relación con residuos líquidos y sólidos y con los riesgos asociados a gases explosivos. La contaminación por gases está confinada a la operación de calderas.

Los residuos sólidos generados son, en la mayoría de los casos reciclados hacia otros sectores industriales. (p.e. plásticos; papel, etc.). En el proceso se generan otros residuos sólidos, a saber: catalizador de níquel; tierras de blanqueo (1-1,5% del volumen de aceite) y ayuda filtros. Existe además, otro residuo sólido correspondiente a los lodos producidos por las plantas de tratamiento de los efluentes líquidos.

Los RILES generados en esta industria se caracterizan por un alto contenido medio de sólidos suspendidos y aceites y grasas. Producto de estos dos contaminantes la DBO<sub>5</sub> normalmente es bastante elevada. El pH del RIL es altamente variable, lo cual obliga a su neutralización previa.

Los otros aspectos ambientales asociados a esta industria dicen relación con la contaminación acústica al interior del proceso productivo, y con la presencia de olores molestos.

#### **3.2 *Contaminación del aire.*** <sup>[2,3,8]</sup>

La contaminación del aire en industria aceitera se produce básicamente por las emisiones de las calderas. Varias plantas están transformando sus calderas para trabajar con gas natural, y de esa forma cumplir los requisitos de la Norma de contaminación del aire en cuanto a material particulado. Con el uso de gas natural podrían aumentar los índices de NO<sub>x</sub> en la calidad del aire. Este es un punto que requerirá análisis y es susceptible de mejorar vía una optimización del balance energético de la fábrica.

El otro gran punto que puede provocar contaminación al aire son las emisiones de hexano en el proceso de extracción por solvente; y emisiones de hidrógeno y amoníaco.

#### **3.3 *Molestias.*** <sup>[2,3,8]</sup>

El otro impacto ambiental asociado a la industria aceitera dice relación con la generación de olores molestos. Los olores molestos son provocados principalmente en el proceso de refinación. Las inversiones asociadas a su tratamiento son caras, razón por la cual se privilegia la minimización de fugas y confinamiento de las zonas conflictivas.



Adicionalmente existe otro problema asociado al almacenamiento de semillas, y que corresponde a los riesgos de incendio provocados por el aumento de temperatura durante el almacenamiento de estas.

### **3.4 Caracterización de efluentes líquidos.** <sup>[2,3,8]</sup>

El efluente líquido de la industria aceitera presenta como principales contaminantes aceites y grasas; sólidos suspendidos; DQO; DBO y conductividad. La DBO<sub>5</sub> está normalmente ligada a los aceites y grasas y sólidos suspendidos, por lo tanto al remover estos, los valores de DBO<sub>5</sub> se reducen en un altísimo porcentaje. La DBO<sub>5</sub> también puede verse afectada por el contenido de jabones y gomas, siendo estas últimas muy comunes cuando se utiliza aceite de soya.

La DQO en la industria aceitera equivale aproximadamente a 1,5 veces la DBO<sub>5</sub>. Los valores medios de DBO<sub>5</sub> en industria aceitera fluctúan entre 2,000 y 30,000 mg/lit.

Adicionalmente el RIL presenta variaciones significativas en pH y temperatura durante el día.

Ahora bien, de acuerdo a la experiencia de nuestra consultora el nivel de RIL producido por la industria aceitera en la R.M. es del orden de 3.000 m<sup>3</sup>/día. Ello implica que la carga diaria de DBO<sub>5</sub> debe ser del orden de 20 Ton/día. La población equivalente en términos de contaminación sería del orden de 400.000 habitantes.

Sin embargo, mediante la aplicación de pretratamientos basados en flotación para las aguas residuales, las cargas indicadas se reducen en aproximadamente 95%. Con ello, la población equivalente que contaminaría el sector efectuando los pretratamientos sería de 20.000 habitantes. Esto es válido, ya que hoy en día más del 50% de las industrias ya han instalado estos pretratamientos, y operan exitosamente.

Cabe destacar que con el pretratamiento descrito se logra dar cuenta de los aceites y grasas, sólidos suspendidos y de casi el total de la DBO<sub>5</sub> pero no se logra reducir el parámetro conductividad, el cual está estrechamente ligado al contenido de sulfatos.

Los sulfatos son aportados básicamente en el proceso de inversión de ácidos grasos, producto de la adición de ácido sulfúrico, y en el tratamiento físico-químico mediante la neutralización con el mismo ácido y la utilización de sulfato de aluminio como agente coagulante.

### **3.5 Caracterización de residuos sólidos.** <sup>[2,3,8]</sup>

En general los residuos sólidos generados en la industria aceitera ofrecen la posibilidad de reciclarse hacia otros rubros industriales, como ocurre con los descartes de plásticos utilizados en envasado de producto terminado y papel utilizado en los envases.

El catalizador de Niquel utilizado en la hidrogenación es un polvo negro que queda retenido en los filtros prensa. Este se dispone como residuo sólido en vertederos en la mayoría de los casos, y en los me-

nos se exporta a Estados Unidos para su recuperación. Este catalizador queda embebido en aceite. La recuperación del níquel puede ser electrolítica para producción de cátodos de níquel; o en ambiente ácido para producción de sulfato de níquel.

Las tierras de blanqueo representan un importante residuo sólido. De hecho, se estima su uso entre 1% a 1,5% del total del volumen de aceite procesado. Las tierras de blanqueo son utilizadas por todas las industrias aceiteras que efectúan el proceso de refinación. Estas quedan embebidas en aceite, siendo la concentración de aceites del orden del 30-50% de las tierras evacuadas. A las tierras de blanqueo se les puede extraer el aceite por medio de un proceso de extracción por solvente. Este proceso de recuperación lo efectúan solo aquellas fábricas que procesan semillas. Cuando se separa el aceite de la tierra de blanqueo, la borra resultante puede ser utilizada como relleno de caminos, y como alimento animal (se admite hasta un 2% de estas tierras en la formulación del alimento). Cuando no se recupera el aceite son dispuestas en vertederos.

Los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas, con un altísimo nivel de aceites y grasas, son sometidos a un proceso de desdoblamiento. Este consiste en reducir el pH (<1) y agregar vapor para elevar la temperatura de estos. En esas condiciones, se generan tres fases: aceite, agua y borras. El aceite es reciclado al proceso productivo, el agua es retornada a la planta de tratamiento, y las borras son dispuestas como residuo sólido, o recicladas a otras industrias.

### **3.6 Impactos ambientales actuales y potenciales..** <sup>[2,3,8]</sup>

El impacto ambiental de la industria aceitera está concentrado en la problemática de riesgos potenciales de explosiones, efluentes líquidos, de los lodos producidos en su tratamiento y de los olores molestos.

Las empresas productoras están en su mayoría conectadas a servicios de alcantarillado público. Por ello, las que no han implementado planta de tratamiento, pueden provocar obstrucción de las redes de alcantarillado por solidificación de aceites y grasas. Si se implementa un tratamiento previo no se tendrá ningún problema para su disposición en redes de alcantarillado público.

La DBO<sub>5</sub> disuelta de los efluentes tratados se mantiene en el rango de 300 mg/lit, con máximos posibles del orden de 500-600 mg/lit. Es por ello, que no tiene sentido la construcción de plantas biológicas para pulido de la DBO<sub>5</sub> por cuanto son niveles que pueden tratarse sin problema alguno en las plantas municipales.

El control de olores es un problema restringido a ciertas plantas y no generalizado del sector. Normalmente está asociado al uso de aceites de pescado y no al de aceites vegetales.

## **4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.** <sup>[2,3,4,6,7,8]</sup>

### ***4.1 Control de procesos, eficiencia, y prevención de la contaminación.***

Un programa de prevención de la contaminación en la industria aceitera se justifica debido a que aproximadamente el 90-97% de la DBO es proporcionada por la pérdida de productos. Por consiguiente minimizar la generación de corrientes contaminantes no apunta solamente al cumplimiento de la normativa ambiental vigente, sino que permite aumentar la rentabilidad de la empresa ya sea en términos de recuperación de productos comercializables, como en términos de reducción de los costos de tratamientos de los efluentes.

Puesto que más del 90% de la contaminación de una empresa aceitera proviene de las pérdidas de productos o materias primas, el control de estas fugas es un elemento estratégico para el éxito de un programa de prevención.

La utilización de hexano en el proceso de extracción por solvente y de hidrógeno en el de hidrogenación, obliga a analizar en detalle toda la operatoria asociado a ellos, por los potenciales riesgos de explosiones y emisiones que acarrear. De hecho, una de las principales oportunidades de prevención está asociada al manejo de estos gases.

#### ***4.1.1 Estrategias y Jerarquía de Prevención de la Contaminación.***

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

Las estrategias a implementar para reducir la generación de contaminantes sigue un camino jerárquico en el sentido que los problemas se atacan de acuerdo al siguiente orden:

- Minimización en el origen.
- Uso de tecnología de producción más avanzada y más limpia.
- Reuso y Reciclaje Internos.
- Tratamiento y Disposición.

#### **4.2 Control de procesos, eficiencia, y prevención de la contaminación.**

En el caso de las plantas aceiteras se sugieren las siguientes medidas:

1. La definición, por parte de la gerencia, de una política de prevención clara y el compromiso de implementarla.
2. La adopción de un programa definido de prevención y de capacitación para concientizar a todo el personal de la planta con respecto a los alcances, técnicas y consecuencias de tal programa.
3. La creación de un Comité de Prevención con suficientes atribuciones para proponer y efectuar cambios.
4. Instrucciones a los operadores de planta acerca del correcto manejo de los equipos.
5. Elaboración de manuales de procedimiento para los mecánicos de mantenimiento a fin de minimizar pérdidas innecesarias de productos. (p.e. es común que al soltar una unión americana se evacúe el contenido de la cañería (aceite) al piso y no a un recipiente para su reciclaje).
6. Mantenimiento de los equipos, estanques y tuberías en buenas condiciones para eliminar o minimizar filtraciones, goteos a través de los empalmes, empaquetaduras, sellos, etc.
7. Reparar o reemplazar todos los equipos y partes desgastadas u obsoletas incluyendo válvulas, fittings y bombas.
8. Declaración de zonas de operación en seco, a fin de que cualquier pérdida que llegue al piso sea tratada como residuo sólido y no limpiada con agua.
9. Asegurarse que los estanques de los camiones sean vaciados completamente antes de desconectar las mangueras.
10. Monitorear las boquillas de llenado para asegurarse que todos los contenedores sean llenados a su correcta capacidad de acuerdo a la temperatura reinante durante la operación.
11. Poner especial énfasis en el manejo y traslado de todos los productos y contenedores.
12. Segregación de las corrientes contaminantes.

#### 4.3 Posibilidades de tecnologías de producción más avanzadas y más limpias. <sup>[2,3,4,6,7,8]</sup>

1. Desarrollar balances de material con el propósito de identificar los puntos de generación de pérdidas y reemplazar o modificar los equipos defectuosos.
2. Ajuste de la humedad residual de las semillas en la extracción por solvente (a un valor superior) a fin de reducir las emisiones de hexano y el consumo de vapor con las consiguientes reducciones de NO<sub>x</sub> y material particulado.
3. En la operación de lavado del hexano, si se precalienta tanto el hexano como la semilla aproximadamente a 60°C se reduce fuertemente las emisiones de hexano.
4. Mejoramiento de la red de distribución del hexano se traduce en menores emisiones.
5. Instalación de medidores de caudal de hexano en cada extractor reduce las emisiones de hexano.
6. Condensación de los vapores. La instalación de un condensador de tubo a fin de mantener una presión negativa (vacío) en el sistema, reducirá las emisiones de hexano.
7. Instalación de medidores de caudal y manómetros en la etapa de evaporación del solvente se traducirá en menores emisiones de hexano.
8. Precalentamiento de la miscella con el aceite caliente saliendo del stripper reducirá las emisiones de hexano.
9. Mejoramiento de las torres de enfriamiento. Esto involucra control del nivel de tocoperoles en estas (que reducen la transferencia calórica); control bacteriológico del agua de enfriamiento a fin de impedir fouling orgánico en la superficie de intercambio mediante control HRR (*High Resolution Redox*); utilización de aguas blandas para evitar incrustaciones; y aumento de superficie de intercambio.
10. Instalación de una torre de absorción con aceite mineral en la ventilación del hexano.
11. Instalación de un enfriador de aceite previo a su almacenaje. Esto permite bajar las cargas en decoloración y reducir los volúmenes totales de residuos.
12. Instalación de condensadores de vacío en desodorización. Esto reduce las descargas de ácidos grasos en los efluentes.
13. Control estricto de la temperatura y del pH en el proceso de desdoblamiento de ácidos grasos.

14. Instalar controles de nivel de líquidos con detención automática de bombas, alarmas, etc. En todos los puntos donde pudiera ocurrir algún rebalse tales como: estanques de almacenamiento, equipos de proceso, estanques CIP ( cleaning-in-place, limpieza in situ)
15. Integración energética mediante la aplicación del análisis pinch.<sup>1</sup>
16. Instalación correcta de las tuberías con el fin de evitar vibraciones que pudieran dar lugar a filtraciones.
17. Reemplazo de los filtros de placas por filtros de hoja (tipo Niagara).
18. Usar hidrolavadoras de alta presión y bajo volumen e instalar válvulas de solenoides para minimizar el uso de agua.
19. Proveer las líneas de llenado con sistemas recolectores de derrames con el fin de evitar que los productos vayan a las canaletas de drenaje.
20. Utilización de sistemas CIP.
21. Instalar un sistema automático para el control del abastecimiento de agua a los separadores CIP.
22. Recuperación del aceite embebido en catalizadores de níquel y en tierras de blanqueo.

En general, las modificaciones planteadas pueden permitir reducciones superiores al 50% en las cargas contaminantes.

---

<sup>1</sup> Es una metodología que comprende una serie de técnicas estructuradas que permiten aplicar el primero y segundo principio de la Termodinámica al análisis de la energía térmica disponible en un sistema. (ej.: una planta de proceso) y tiene como objetivo la integración de las distintas corrientes calóricas (calientes y frías) con el fin de minimizar tanto la superficie total y el número necesario de equipos para el intercambio y la generación de calor, así como el consumo de combustible.

El punto de Pinch corresponde a la mínima diferencia de temperatura entre las corrientes frías y calientes que todavía permite un intercambio apreciable.

#### **4.4 Posibilidades de minimización, reuso, recirculación, recuperación y reciclaje.** <sup>[2,3,4,6,7,8]</sup>

Algunas de las opciones más relevantes de reciclaje se reseñan a continuación:

- 1) Instalación de un sistema de recuperación de los sólidos provenientes de las operaciones de puesta en marcha, detención y cambio de producto en las diversas operaciones unitarias.
- 2) Instalación de un sistema similar para recuperar el agua del lavado inicial de los circuito de limpieza in situ (CIP).
- 3) Reuso del enjuague final del CIP.
- 4) Sistema de recuperación de los materiales que quedan en los estanques.
- 5) Reciclaje de envases, residuos de lubricantes, freon, chatarras.
- 6) Reciclaje de aceites de bajo grado (refinación deficiente) a industria del jabón.

#### **4.5 Descripción de metodología de implementación, con referencia a las auditorías, medidas organizativas y sistemas de gestión ambiental (ISO 14000).** <sup>[7]</sup>

La Norma ISO 14000 entrega una serie de herramientas y metodologías para el manejo de los aspectos ambientales de una empresa. El hecho que se puede cumplir con la ISO 14000 de distintas maneras permite afirmar que esto puede ocurrir ya sea construyendo un sistema de tratamiento final, así como realizando un programa de prevención de la contaminación. No obstante, los beneficios que aporta el desarrollo de un plan de prevención de la contaminación basado en ISO 14000 son multiples e, indudablemente, superiores a los que arrojaría uno de abatimiento final. Entre ellos se pueden destacar:

- 1) Ordenamiento y control integrado de los aspectos ambientales de la empresa.
- 2) Aumento en la eficiencia de las operaciones.
- 3) Reducción de los costos.
- 4) Facilitación del cumplimiento de las regulaciones vigentes.
- 5) Mejora de la imagen pública.
- 6) Acceso a mercados ambientalmente exigentes.
- 7) Reducción de los riesgos ambientales.

- 8) Mejora de las relaciones con las autoridades y la comunidad.
- 9) Obtención de sellos y certificaciones internacionales.



## 5. METODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION.

### 5.1 *Tecnologías de tratamiento de efluentes líquidos.*

Una planta de tratamiento para efluentes aceiteros requiere ser diseñada para remover los niveles contaminantes de parámetros tales como: DBO<sub>5</sub>, DQO, Aceites y Grasas, Sólidos Suspendidos, y para corregir el pH del efluente en cuestión. El control del parámetro sulfatos, el cual normalmente estará excedido requiere de un análisis separado.

Debido que en la mayoría de los casos se trata de descargas a redes de alcantarillado público, donde la exigencia de DBO<sub>5</sub> será 750 mg/lit<sup>(2)</sup>, es necesario diseñar un sistema de tratamiento que considere un pretratamiento y un tratamiento físico-químico. Normalmente no se requiere un proceso biológico para dar solución al parámetro DBO<sub>5</sub>.

El pretratamiento consiste en equipos separadores de sólidos para remoción de sólidos gruesos y molestos del efluente a tratar, así como la instalación de cámaras desgrasadoras. En algunos casos, se hace necesario la incorporación de un desarenador, en particular cuando se observa un ataque de ácidos a los pavimentos de la planta.

A continuación se describirá las alternativas de solución para cada uno de estos tratamientos.

#### 5.1.1 *Tratamientos físicos.*

Los procesos físicos involucran operaciones gravitacionales, manuales o mecánicas que permiten remover básicamente sólidos de distinta granulometría y densidad del efluente.

Las operaciones unitarias involucradas son las siguientes.

#### Separación de Sólidos Gruesos

Para la eliminación de aquellos sólidos de gran tamaño (> 15 mm) que puedan interferir con las posteriores etapas del tratamiento, se instalan cámaras de reja de limpieza manual o autolimpiantes. Los sólidos son dispuestos como basura doméstica en vertederos, o reciclados hacia otro sector si son posibles de clasificar.

---

<sup>2</sup> De acuerdo a la última proposición de normativa éste sería el nivel exigido al parámetro DBO<sub>5</sub>. Esto marca una gran diferencia respecto del nivel inicialmente propuesto para descargas a alcantarillado, en donde el nivel exigido era 300 mg/lit.

### Separación de sólidos molestos.

La industria aceitera por lo general no contiene sólidos molestos, sin embargo, en donde existen procesos de envasado, se evacúan hacia el efluente tapas de envases plásticos, paños de limpieza, papeles de etiquetas, maderas de embalajes, etc. Estos sólidos no se digieren biológicamente y provocan problemas en las posteriores etapas del tratamiento, razón por la cual es necesario removerlos previamente. Para removerlos se utiliza normalmente tamices tipo filtros rotatorios autolimpiantes con agua caliente o vapor. El ideal es utilizarlos inmediatamente antes o después del estanque de homogenización.

### Separación de Sólidos No Putrescibles

Se entiende por tales a las arenas, gravas, cenizas, etc. Para removerlos se utiliza desarenadores, los que pueden ser gravitacionales o aireados. Otra alternativa es utilizar hidrocéntrífugas o hidrociclones, en cuyo caso se requiere necesariamente un bombeo previo del efluente.

### Cámara Desgrasadora

La cámara desgrasadora tiene por objetivo remover físicamente aquellas grasas y aceites libres sin necesidad de incorporar producto químico alguno. Su implementación permite reducir los costos de tratamiento asociados a etapas posteriores. Las grasas removidas pueden ser recicladas al proceso de desdoblamiento de ácidos grasos.

### Estanque de Ecuación

El estanque de ecuación tiene por objeto proporcionar tanto un caudal como características físico-químicas del RIL a tratar, lo más homogéneas posible, con el objeto de permitir que el Sistema de Tratamiento no sufra pérdidas de eficiencia y/o no requiera de continuos, costosos y desfavorables cambios en el programa químico aplicado. El tiempo de retención con el cual se diseña dependerá de la disponibilidad de espacio que tenga la industria. Sin embargo es conveniente que los tiempos sean superiores a 6 horas.

### **5.1.2 Tratamiento químico.**

La etapa de tratamientos químicos involucra la separación de la materia suspendida del efluente. La materia suspendida considera principalmente los aceites y grasas evacuados desde la planta procesadora.

### Ajuste de pH

Aquí se realiza la dosificación de agente neutralizante (soda cáustica o ácido sulfúrico) con el objeto de ajustar el pH al nivel óptimo para la posterior etapa de coagulación. Es recomendable efectuar la neutralización en reactor, con al menos 10 minutos de tiempo de retención, ya que de esa forma se optimi-

zará el consumo de reactivos. El control de pH en línea no es recomendable, ya que redundará en errores que afectarán la robustez del programa químico.

### Desdoblamiento con vapor

Esta tecnología se basa en que a pH ácido (< 2.0) y alta temperatura se logra desdoblar los ácidos grasos, provocando la inmediata creación de dos fases, una fase líquida clarificada y una fase oleosa que se reprocessa.

La ventaja de este sistema es que no se utilizan productos químicos como coagulantes, y se pueden reciclar los aceites y grasas en el proceso productivo. Su principal desventaja es el alto costo de inversión y la complejidad de su control. Por ello, no es una alternativa comúnmente utilizada.

### Coagulación<sup>[10]</sup>

Esta etapa se aplica cuando no se utiliza el proceso de desdoblamiento.

El objetivo de esta etapa es neutralizar el potencial Z del efluente, de forma tal de permitir la formación de coloides, los que darán paso a coágulos. Para efectuar la coagulación existen dos tecnologías, la primera (más común) es la dosificación de una sal química coagulante, mientras que la segunda es electrocoagulación.

Las grandes ventajas de la electrocoagulación son la menor generación de lodos, y el menor costo de operación. Adicionalmente los lodos presentan concentraciones de aluminio del orden de 3 mg/lit, lo cual permite analizar usos alternativos que la coagulación química no tolera. La desventaja es la alta inversión en capital.

### Floculación y preparación de polímero<sup>[10,11]</sup>

La dosificación del floculante (polielectrolito) permite la formación de coágulos de gran tamaño (flóculos), los que son removidos en la etapa posterior de flotación.

Los sistemas convencionales de preparación y dosificación del polímero son del tipo Batch y presentan tanto una engorrosa operación como una importante pérdida (entre el 25 y el 45%) de rendimiento en la actividad del polímero debido tanto a la rotura de la cadena molecular como a la falta de "desenrollamiento" de la misma, influyendo importantemente en los costos de operación.

Por ello es necesario seleccionar apropiadamente el equipo para esta operación unitaria, de forma tal de no incorporar altas dosis de este producto en los lodos, lo cual será perjudicial para posteriores aplicaciones.

### Flotación

La tendencia natural de los sólidos en el efluente aceitero es a flotar no a sedimentar. Por esta razón se utilizan unidades de flotación para efectuar la separación física de los flóculos. En el proceso de flotación se incorporan microburbujas de aire al efluente en la entrada a la unidad. Estas microburbujas se adsorben a los flóculos bajando su densidad y provocando la flotación natural.

Para efectuar la flotación se pueden utilizar dos tecnologías, CAF (Cavitation Air Flootation) o DAF (Dissolved Air Flootation). Existen dos tecnologías adicionales de flotación, IAF (Induced Air Flootation) y Electroflotación. Estas dos últimas no son recomendadas en aceitera por cuanto la primera involucra mayores costos de operación, y la segunda no es viable por la baja conductividad del efluente.

### **5.1.3 Tratamiento de sulfatos.**

Los sulfatos son uno de los sólidos que presenta mayor solubilidad en el agua. Ello provoca una particular dificultad para removerlo hacia otra fase que no sea líquida.

Las tecnologías disponibles para su eliminación son las siguientes:

- √ Remoción biológica con bacterias sulforeductoras en un acuífero artificial. Método VYRAKVI.
- √ Concentración con osmosis inversa y evaporación del rechazo
- √ Cristalización por lecho fluidizado

#### **5.1.3.1 Método VIRAKVI.**

El método VIRAKVI es un proceso biológico que utiliza la capacidad de las bacterias sulforeductoras (SRB) de degradar el sulfato a ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ). Este proceso se efectúa en un acuífero artificial construido a nivel de terreno, el cual simula las condiciones de la napa subterránea. La reducción de los sulfatos es un proceso de una etapa, en que se transforman estos compuestos a sulfuro de hidrógeno respectivamente. Para eliminar estos gases es necesario una segunda etapa.

Para una planta de operación permanente para reducción de sulfatos es recomendable disponer de dos anillos satelitales de pozos. El anillo exterior se utiliza para dosificar la fuente de carbono que permitirá reducir los sulfatos. El anillo interior permitirá desgasificar el sulfuro de hidrógeno, y por oxidación evitará la formación de biomasa en la vecindad del pozo de alimentación principal.

Desde el pozo principal se evacuará el agua hacia el punto final de disposición.

Es importante destacar que en este proceso se degradarán también la  $DBO_5$  y los compuestos amoniacales, con lo cual el agua tratada presentará un amplio espectro de posibilidades para ser recirculada al interior del proceso productivo.

### 5.1.3.2 Concentración con osmosis inversa y evaporación del rechazo (pervaporación)

Este sistema consiste en el pasaje de una parte del residuo por un banco de membranas de osmosis inversa, de tal forma que se obtiene agua libre de sulfatos por una parte (permeado) y agua con alta concentración de sulfatos por la otra (rechazo). El permeado se mezcla con el bypass de forma tal que la mezcla quede dentro de norma para ser evacuada a la red de alcantarillado.

El rechazo, el cual no puede ser evacuado al alcantarillado, es evaporado en un equipo evaporador, de forma tal que se transforma completamente en residuo gaseoso.

### 5.1.3.3 Cristalización por lecho fluidizado.

Los sulfatos pueden ser transformados a residuo sólido en forma de cristales de gypsum ( $\text{CaSO}_4$ ). Ello se consigue en reactores de lecho fluidizado con una tasa de recirculación que lleva el medio líquido a un punto de sobresaturación del sulfato, permitiendo su cristalización selectiva. La cristalización se produce en granos de cuarzo que han sido previamente sembrados en el reactor. Estos cristales actúan como cristal madre para acelerar el crecimiento. En la medida que crecen van quedando en el fondo del reactor, donde son removidos periódicamente. Esta tecnología limpia se conoce como Crystalactor.

### 5.1.3.4 Recomendaciones de tratamiento.

La tabla 5-1 resume los tratamientos que son obligatorios a implementar en las plantas de tratamiento.

**TABLA 5-1: Recomendación de Solución de Tratamiento**

Etapa de Tratamiento	Descarga a alcantarillado		
	Obligatorio	Recomendable	En función de la solución adoptada
Separación de sólidos gruesos	✓		
Separación de sólidos molestos	✓		
Separación de sólidos no putrescibles		✓	
Separación de sólidos finos		✓	
Cámara desgrasadora		✓	
Estanque de ecualización	✓		
Ajuste de pH	✓		
Desdoblamiento con vapor			✓

Etapa de Tratamiento	Descarga a alcantarillado		
	Obligatorio	Recomendable	En función de la solución adoptada
Coagulación			✓
Floculación			✓
Flotación	✓		
VIRAKVY			✓
Osmosis inversa + evaporación			✓
CRYSTALACTOR			✓

En la tabla anterior se puede observar la gran versatilidad que ofrece el tratamiento de los efluentes en una aceitera. De todas formas, la solución que cada planta adopte, podrá sufrir variaciones en función de las cargas contaminantes, concentración, programas de prevención aplicados, calidad de las instalaciones, etc.

Cabe destacar que en las industrias aceiteras que han abordado programas de prevención, y/o plantas de tratamiento se ha llegado a soluciones bastante similares. Todas basadas en procesos físico-químicos con flotación como método de separación. Dos empresas han utilizado el sistema de flotación CAF y una tercera está por implementar un sistema DAF.

## 5.2 Métodos de control de emisiones a la atmósfera.

Los métodos de control de emisiones a la atmósfera son básicamente filtros de manga que permitan controlar las emisiones de material particulado generado por calderas, así como el reemplazo del combustible utilizado por alternativas más limpias como el gas licuado o el gas natural. Cabe destacar que el combustible utilizado es diesel por las industrias del sector.

Las molestias generadas por olores normalmente son provocadas por mal manejo de los residuos sólidos generados tanto en el proceso como en la planta de tratamiento, razón por la cual no tiene sentido práctico invertir en tratamiento de olores, sino que el enfoque debe estar orientado a prevención y buen manejo de los residuos.

Con relación a las emisiones de hexano, nitrógeno y amoníaco, lo que se persigue es no tener emisiones razón por la cual no existen sistemas de tratamiento de estos gases. De todas formas si hubiere emisiones sería por accidentes y no producto de una operación normal.

### **5.3 Eliminación y disposición de residuos sólidos.**

#### **5.3.1 Tratamiento de lodos del tratamiento de los RILES**

Los lodos físico-químicos salen del proceso de tratamiento con una humedad aprox. del 93%. El deshidratado de los lodos físicoquímicos debe efectuarse con filtros prensa de placas o centrífugas.

Los lodos físicoquímicos son derivados a la estación de desdoblamiento de ácidos grasos, en donde se les ajusta el pH a un nivel ácido y se les aplica vapor directo. De esta forma se producen tres fases, una fase oleosa que se recicla al proceso productivo; una fase líquida que retorna a la planta de tratamiento; y una fase sólida (borras) que es dispuesta en vertederos o reciclada a otros sectores industriales. Las condiciones para disponer el lodo en vertederos deben ser que cumpla el test de la gota<sup>3</sup> (paint test).

La digestión de los lodos, ya sea por medios aerobios o anaerobios, se justificará solamente en la medida que los costos de disposición de lodos aumenten considerablemente. Sin embargo, en una primera etapa, se dispondrán lodos crudos.

Los lodos deshidratados pueden disponerse en vertederos autorizados, o bien en plantas de compostaje para posterior uso como mejorador de suelos. También pueden reciclarse como combustible en hornos cementeros, debido a que cuentan con un alto valor energético.

#### **5.3.2 Disposición de residuos sólidos generados al interior del proceso productivo.**

Los residuos sólidos generados en el proceso productivo son plásticos, maderas, metal, papel y lodos provenientes de clarificación del aceite.

Los plásticos, maderas, metal y papel son entregados a terceras empresas para su reciclaje.

El catalizador de Niquel utilizado en la hidrogenación es un polvo negro que queda retenido en filtros prensa. Este se dispone como residuo sólido en vertederos en la mayoría de los casos, y en los menos se exporta a Estados Unidos para su recuperación. Este catalizador queda embebido en aceite.

---

<sup>3</sup> El paint test o test de la gota consiste en poner una volumen prefijado de lodo sobre un filtro (el cual es especificado por la norma) y dejarlo reposar durante 5 minutos. Si al cabo de ese lapso no ha escurrido gota alguna de agua a través del filtro el material se puede disponer en vertedero. Este test es vastamente usado en USA por la simplicidad de aplicación y rapidez para obtener el resultado. Resulta más apropiado usar este indicador que una humedad específica, ya que el objetivo es eliminar humedad libre y no la humedad inherente al lodo.

Es de destacar los riesgos de autocombustión que presenta este residuo, razón por la cual deben adoptarse las medidas de seguridad pertinentes para su apropiado manejo.

Las tierras de blanqueo representan un importante residuo sólido. De hecho, se estima su uso entre 1% a 1,5% del total del volumen de aceite procesado. Las tierras de blanqueo son utilizadas por todas las industrias aceiteras que efectúan el proceso de refinación. Estas quedan embebidas en aceite, siendo la concentración de aceites del orden del 30-50% de las tierras evacuadas. A las tierras de blanqueo se les puede extraer el aceite por medio de un proceso de extracción por solvente. Este proceso de recuperación lo efectúan solo aquellas fábricas que procesan semillas.

Cuando se separa el aceite de la tierra de blanqueo, la borra resultante puede ser utilizada como relleno de caminos, y como alimento animal (se admite hasta un 2% de estas tierras en la formulación del alimento).

Cuando no se recupera el aceite son dispuestas en vertederos. Es de destacar los riesgos de autocombustión que presenta este residuo, razón por la cual deben adoptarse las medidas de seguridad pertinentes para su apropiado manejo.

Existe un último grupo, que corresponde al producto vencido y/o fuera de fecha, el cual puede ser recuperado en el proceso de desdoblamiento.

#### **5.4 Sistemas de control, y eficiencia de reducciones de los contaminantes.**

Los sistemas de control para monitorear la calidad del RIL deben centrarse en pH, Aceites y Grasas, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables y cantidad de lodos producida. Este aspecto es discutido en mayor detalle en el capítulo 8.5.

La eficiencia de reducción de contaminantes por los sistemas de tratamiento se indican a continuación basados en experiencias obtenidas en Chile a escala real y piloto.

**TABLA 5-2: Eficiencia de Reduccion de Niveles Contaminantes (valores basados en experiencias en Chile)**

Parámetro	Antes del Tratamiento	Después de Tratamiento Fco.-Qco.
<i>DBO<sub>5</sub>, mg/l</i>	3000-20000	200-600
<i>Sólidos suspendidos, mg/l</i>	3000-50000	50-300
<i>Aceites y grasas, mg/l</i>	2000-20000	30-200
<i>Detergentes, mg/l</i>	2-30	0,5-2



**TABLA 5-3: Eficiencia de Reduccion de Sulfatos y DBO<sub>5</sub>**

Proceso aplicado	Sulfatos (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)
<i>Lodos Activados</i>	no remueve	< 30
<i>VYRAKVI</i>	< 50	< 30
<i>CRYSTALACTOR</i>	< 600	no remueve
<i>Osmosis Inversa+ Evaporación</i>	< 30	< 30

## **6. ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION.**

### ***6.1 Indicadores de costos y beneficios del uso de tecnologías más limpias y medidas de prevención.***

Es muy difícil y complejo estimar costos de la aplicación de tecnologías limpias y planes de prevención en una industria aceitera, debido a la alta cantidad de variables involucradas.

Las pérdidas de productos son la principal fuente de contaminación. Por ello, para evaluar una tecnología limpia en particular se debe contrastar lo que se pagó por el aceite derramado (o producto perdido) ya sea como materia prima y por concepto de costo directo de producción; lo que se dejó de percibir por no vender dicho producto; lo que se paga por el tratamiento de esa pérdida y las eventuales multas que conlleva; con costo de inversión y operación involucrado.

En general, los períodos de retorno de la inversión fluctúan entre 3 meses y 5 años para las diversas tecnologías a aplicar.

### ***6.2 Indicadores de costos y beneficios de medidas de control de la contaminación.***

El logro de un panorama completo y claro de los costos de inversión y de operación de los sistemas de tratamiento de los residuos de plantas aceiteras en Chile está lejos de ser una tarea fácil, debido básicamente a la falta de información y al reducido número de casos reales existentes.

Por lo que concierne los efluentes líquidos los costos principales, dependiendo en parte de la ubicación de la planta, son: el costo del terreno, costo de energía, costo de agua y costo de construcción.

A modo de ejemplo, las inversiones efectuadas en plantas de tratamiento por las industrias aceiteras en Chile han fluctuado entre US\$ 200,000 y US\$ 350,000. Los valores anteriores son bastante dependientes de las concentraciones de contaminantes. Estos valores para las soluciones físico-químicas.

En cuanto a los costos de operación los rangos muy dependientes de las cargas de sólidos, sin embargo se ha detectado que fluctúan entre \$200-\$400/m<sup>3</sup>.

Con relación al tratamiento de sulfatos se puede indicar que con el método VYRAKVI los costos de operación son bajos, del orden de \$ 2/m<sup>3</sup>, y las inversiones altas (US\$ 150,000 para 7 m<sup>3</sup>/hr a tratar). Con el método de osmosis inversa seguido de evaporación los costos de inversión y operación son altos. (US\$ 800,000 para 7 m<sup>3</sup>/hr a tratar; \$400/m<sup>3</sup>). Con el sistema Crystalactor se tiene una situación intermedia entre las dos anteriores.

### **6.3 Instrumentos Financieros de Apoyo a la Gestión Ambiental.**

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) posee varios instrumentos de apoyo financiero para que el sector industrial (PYME) introduzca medidas tendientes a mejorar la Gestión Ambiental. Para gastos de asesorías técnicas se han creado los siguientes mecanismos de financiamiento.

A continuación se listan los principales instrumentos y su aplicación ambiental:

- **Fondo de Asistencia Técnica (FAT):**

Consultoría ambiental, Auditorías Ambientales, Estudios Técnico Económicos para la implementación de soluciones, Estudios de Impacto Ambiental o Declaraciones de Impacto Ambiental, Estudios de Reconversión y Relocalización Industrial, Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental.

Las empresas que pueden acceder a este beneficio son aquellas con ventas anuales no superiores a UF 15.000, pudiendo acogerse a este sistema sólo una vez.

- **Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas Exportadoras (PREMEX):**

Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Certificación ISO 14.000, Certificación de Calidad ISO 9000 (alimentos), Reciclabilidad de Envases y Embalajes.

Estos recursos están disponibles para todas las empresas exportadoras de manufacturas y software con exportaciones de US\$ 200.000 o más acumulados durante los dos últimos años y ventas netas totales de hasta US\$ 10.000.000 en el último año.

- **Proyectos de Fomento (PROFO):**

Programas Grupales de Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Mercado de Residuos (bolsa) Plantas Centralizadas de Tratamiento de Residuos, Programas Colectivos de Mejoramiento de Procesos, Programas Colectivos de Relocalización Industrial.

Los beneficiarios son pequeños o medianos empresarios de giros similares o complementarios con ventas anuales no superiores a las UF 100.000.

- **Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC):**

Fondo destinado al financiamiento de proyectos de innovación e infraestructura tecnológica. Puede ser utilizado para la introducción de tecnologías limpias, tecnologías “end of pipe”, misiones tecnológicas (Charlas de Especialistas Internacionales). Permite financiar hasta un 80 % del costo total del proyecto mediante una subvención de proyecto y crédito.

Subvención de hasta un 60% del costo, con un máximo de US\$ 300.000 y crédito en UF, a tasa de interés fija con un período de gracia equivalente a la duración del proyecto.

- **Programa SUAF-CORFO:**

Subvención que CORFO ofrece a las empresas para la contratación de un consultor especialista en materias financieras quién elaborará los antecedentes requeridos por el Banco Comercial o empresa de Leasing para aprobar una operación crediticia.

Las empresas deben poseer ventas netas anuales menores a UF 15.000, comprobado por las declaraciones del IVA, no deben haber cursado operaciones financieras en los últimos 6 meses, no debe tener protestos ni ser moroso de deuda CORFO o SERCOTEC.

## **Créditos Bancarios**

- **Financiamiento de Inversiones de Medianas y Pequeñas Empresas (Línea B.11):**

Programas de descontaminación, Servicios de Consultoría, Inversiones.

- **Financiamiento de Inversiones de Pequeñas Industrias Crédito CORFO-Alemania (Línea B12):**

Relocalización Industrial.

- **Cupones de Bonificación de Primas de Seguro de Crédito y de Comisiones de Fondos de Garantía para Pequeñas Empresas.(CUBOS):**

Garantías para otorgar financiamiento (hipotecas, prendas) que cubren en un % el riesgo de no pago

Las empresas deben tener ventas netas anuales que se encuentren entre las UF 2.400 y las UF 15.000 (IVA excluido) con un mínimo de 12 meses de antigüedad en el giro y un patrimonio neto de UF 800. El monto mínimo de la operación es de UF 150 con un máximo de UF 3.000.

## 7. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.

A pesar de la peligrosidad de los insumos utilizados en plantas aceiteras, varias de ellas han sido declaradas como industria inofensiva por los servicios de salud. Esto es debido básicamente a los altos estándares de seguridad aplicados en este sector industrial.

### 7.1 *Productos químicos peligrosos y tóxicos.*

Algunos de los productos químicos tóxicos y peligrosos más usados en la industria aceitera son los siguientes:

- ◆ Hexano.
- ◆ Amoníaco.
- ◆ Acido clorhídrico.
- ◆ Amoniaco.
- ◆ Acido sulfúrico.
- ◆ Soda Cáustica.
- ◆ Nitrógeno.
- ◆ Acido fosfórico.
- ◆ Desinfectantes

En orden de relevancia, sin lugar a dudas, los insumos más peligrosos son el hidrógeno; amoníaco y hexano.

El hidrógeno es producido electroquímicamente efectuando la disociación del agua en hidrógeno y oxígeno. Como catalizador se utiliza potasa. El hidrógeno producido tiene una concentración superior al 98%, concentración a la cual no es explosivo.

Los riesgos de explosión pueden producirse ante eventuales escapes, producto de un mal estado de los equipos involucrados en la producción y almacenamiento del hidrógeno. Por ello cada 2 años se controla los espesores de paredes metálicas, y las bombonas de media presión. Adicionalmente se controla el flujo de hidrógeno en los distintos puntos de consumo, a fin de detectar en forma inmediata cualquier fuga que se hubiere producido.

De todas formas toda la zona de producción de hidrógeno cuenta con duchas de agua fría para controlar la temperatura.

El amoníaco es utilizado en los equipos de frío para producción de mantecas y margarinas. Por su alta toxicidad se mantienen altos estándares de seguridad en su almacenamiento y distribución.

El hexano es un riesgo en aquellas industrias que producen el aceite a partir de semillas. Sin embargo, en aquellas que no cuentan con el proceso de extracción por solvente, también existen riesgos asociados

al hexano, debido a que pueden recibir aceites crudos mal desolventizados. En ese evento puede llegar hexano a los efluentes y provocar explosiones en las redes de alcantarillado. Por lo anterior es de suma importancia un acucioso control de calidad en los aceites crudos, a fin de detectar cualquier presencia de hexano en estos.

Un mayor cuidado en el almacenamiento y en el uso de esos productos, junto con un entrenamiento eficaz de los operarios son elementos indispensables para minimizar la ocurrencia de accidentes.

## **7.2 Niveles de ruido.**

La mayor fuente de generación de ruido en una industria aceitera es debido al ruido propio de los equipos en funcionamiento (bombas, compresores, agitadores, envasadoras, etc.). Entre estas la más considerable es sin lugar a dudas el ruido de los pistones de los sistemas neumáticos (accionados por aire). Este ruido es intrínseco al proceso.

Los ruidos causados por las operaciones que se llevan a cabo en una planta aceitera son la primera causa de stress de los trabajadores, sin contar los casos de pérdida de capacidad auditiva y sordera que han sido detectadas cada vez con mayor frecuencia en este tipo de industria. Por lo tanto, la instalación de un sistema de medición y monitoreo de ruidos y el diseño de estructuras de control y abatimiento de los mismos es una tarea indispensable para cualquier planta de procesamiento de productos aceiteros. Según algunos autores los daños derivados de los ruidos molestos en plantas aceiteras constituyen el problema más grave de salud ocupacional en este tipo de industria.

## **7.3 Control de riesgos.**

Los mayores riesgos en plantas elaboradoras de aceites se pueden imputar a las siguientes fuentes:

- ◆ Altas Temperaturas.
- ◆ Sistemas de iluminación insuficientes o mal diseñados.
- ◆ Ventilación insuficiente.
- ◆ Fallas en los equipos, procesos y/o operaciones tales como:
  - ⇒ Escapes de hidrógeno en la planta de producción de hidrógeno o en el proceso de hidrogenación.
  - ⇒ Escapes de Amoniaco en la sala de compresores.
  - ⇒ Escapes de hexano en el proceso de extracción de aceite.
- ⇒ Filtraciones o derrames de soluciones ácidas y/o cáusticas.
- ⇒ Manejo de cargadores.
- ⇒ Gases provenientes de las operaciones de soldadura.
- ◆ Ingreso e inspección de espacios confinados.
- ◆ Riesgos de incendios.
- ◆ Almacenamiento y uso de sustancias tóxicas y peligrosas.

Para reducir las probabilidades de ocurrencia de accidentes se pueden adoptar las siguientes medidas, además de las señaladas más arriba para el manejo de materiales peligrosos:

- 1) El uso de un Código de Conducta que norme los procedimientos relativos al manejo de cargadores, al apilamiento y movimiento de materiales y el entrenamiento de los conductores. La adopción al interior de la fábrica de productos aceiteros de “lomos de toros” para mantener la velocidad dentro de límites aceptables, el uso de espejos convexos instalados en esquinas estratégicas, la designación de áreas restringidas, la separación del tráfico peatonal del vehicular, se convierten en factores importante en el control y reducción de riesgos.
- 2) La realización de un sistema de procedimientos y el entrenamiento de los operadores a cargo de las operaciones de mantención e inspección de las áreas de producción y estanques confinados.
- 3) El establecimiento y ejecución de auditorías para determinar los límites de inflamabilidad de los materiales normalmente almacenados en planta como solventes, gases, pinturas, aceites, parafinas, petroleos, detergentes, sustancias que se usan en los laboratorios, etc. Las conclusiones de la auditoría deben comprender la evaluación de los riesgos relativos al uso y almacenamiento de tales materiales y las precauciones a adoptar.

#### ***7.4 Protección de los trabajadores.***

La protección a los trabajadores implica dotar al personal expuesto al manejo de sustancias u operaciones que encierran ciertos riesgos de accidentes, de los items habituales en toda actividad fabril.

## 8. LEGISLACION AMBIENTAL VIGENTE EN CHILE

El presente capítulo identifica la totalidad de normativas ambientales aplicables a la industria, distinguiendo entre normas que regulan la localización, emisiones atmosféricas, descargas líquidas, residuos sólidos, ruido y seguridad y salud ocupacional. Asimismo, se identifican las normas chilenas referentes al tema.

Es necesario establecer como regulación marco y general a todas las distinciones anteriormente señaladas, las siguientes:

### • Ley N° 19.300/94

Título : Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 09/03/94

### • D.S. N° 30/97

Título : Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.  
Diario Oficial : 03/04/97

### 8.1 Normativas que regulan la localización de las industrias

#### • D.S. N° 458/76

Título : Aprueba Nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones (Art. 62 y 160).  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 13/04/76

#### • D.S. N° 718/77

Título : Crea la Comisión Mixta de Agricultura, Urbanismo, Turismo y Bienes Nacionales.  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.  
Diario Oficial : 05/09/77

#### • D.S. N° 47/92

Título : Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.  
Repartición : Ministerio de Vivienda y Urbanismo.



Diario Oficial : 19/05/92

• **Resolución N° 20/94**

Título : Aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago.

Repartición : Gobierno Regional Metropolitano.

Diario Oficial : 04/11/94

## 8.2 Normativas que regulan las emisiones atmosféricas

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (Art. 89 Letra a).

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 31/01/68.

• **D.S. N° 144/61**

Título : Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 18/05/61

• **D.S. N° 32/90**

Título : Reglamento de Funcionamiento de Fuentes Emisoras de Contaminantes Atmosféricos que Indica en Situaciones de Emergencia de Contaminación Atmosférica.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 24/05/90

• **D.S. N° 322/91**

Título : Establece Excesos de Aire Máximos Permitidos para Diferentes Combustibles.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 20/07/91

• **D.S. N° 185/91**

Título : Reglamenta el Funcionamiento de Establecimientos Emisores de Anhídrido Sulfuroso, Material Particulado y Arsénico en

Repartición : Todo el Territorio Nacional.  
: Ministerio de Minería.  
Diario Oficial : 16/01/92

**• D.S. N° 4/92**

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales y Grupales Ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 02/03/92

**• D.S. N° 1.905/93**

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Calderas de Calefacción que Indica, Ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/11/93

**• D.S. N° 1.583/93**

Título : Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales que Indica, Ubicadas en la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 26/04/93

**• D.S. N° 2.467/93**

Título : Aprueba Reglamento de Laboratorios de Medición y Análisis de Emisiones Atmosféricas Provenientes de Fuentes Estacionarias.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 18/02/94

**• D.S. N° 812/95**

Título : Complementa Procedimientos de Compensación de Emisiones para Fuentes Estacionarias Puntuales que Indica.  
Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 08/05/95

• **D.S. N° 131/96**

Título : Declaración de Zona Latente y Saturada de la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Diario Oficial : 01/08/96

Nota: A raíz de la declaración de la Región Metropolitana como zona saturada para PM10, PTS, CO, O<sub>3</sub> y latente por NO<sub>2</sub>, la CONAMA ha iniciado la elaboración del correspondiente Plan de Prevención y Descontaminación. Dicho plan, implicará la adopción de normas de emisión y otras medidas aplicables a las industrias de la R.M. con el objeto de cumplir con las metas de reducción de emisiones para los contaminantes ya mencionados.

• **Resolución N° 1.215/78: artículos 3, 4 y 5**

Título : Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : No publicada.

• **Resolución N° 15.027/94**

Título : Establece Procedimiento de Declaración de Emisiones para Fuentes Estacionarias que Indica.

Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.

Diario Oficial : 16/12/94

Nota: Actualmente, CONAMA se encuentra elaborando una norma de emisión para el contaminante arsénico, de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de la Ley N° 19.300.

• **D.S. N° 16/98**

Título : Establece Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana.

Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Diario Oficial : 06/06/98

### 8.3 Normativas que regulan las descargas líquidas

#### • Ley N° 3.133/16

Título	: Neutralización de Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales.
Repartición	: Ministerio de Obras Públicas.
Diario Oficial	: 07/09/16

#### • D.F.L. N° 725/67

Título	: Código Sanitario (Art. 69–76).
Repartición	: Ministerio de Salud.
Diario Oficial	: 31/01/68

#### • D.F.L. N° 1/90

Título	: Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. 1, N° 22 y 23).
Repartición	: Ministerio de Salud.
Diario Oficial	: 21/02/90

#### • D.S. N° 351/93

Título	: Reglamento para la Neutralización de Residuos Líquidos Industriales a que se Refiere la Ley N° 3.133.
Repartición	: Ministerio de Obras Públicas.
Diario Oficial	: 23/02/93

#### • Norma Técnica Provisoria/92

Título	: Norma técnica relativa a descargas de residuos industriales líquidos.
Repartición	: Superintendencia de Servicios Sanitarios.
Diario Oficial	: No publicada.

**Nota:** Actualmente CONAMA se encuentra elaborando, de acuerdo con el procedimiento de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, determinado por la Ley N° 19.300 y el D.S. N° 93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, una norma de emisión relativa a las descargas de residuos líquidos industriales a aguas superficiales.

**• D.S. N°609/98**

Título : Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado.

Repartición : Ministerio de Obras Públicas.

Diario Oficial : 20/07/98

**Nota:** Se encuentra en proceso de revisión en lo referente a los plazos de cumplimiento.

#### **8.4 Normativas aplicables a los residuos sólidos**

**• D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (Art. 78–81).

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 31/01/68

**• D.F.L. N° 1.122/81**

Título : Código de Aguas (Art. 92).

Repartición : Ministerio de Justicia.

Diario Oficial : 29/10/81

**• D.F.L. N° 1/89**

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. N° 1).

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 21/02/90

**• D.L. N° 3.557/80**

Título : Establece Disposiciones Sobre Protección Agrícola (Art. 11).

Repartición : Ministerio de Agricultura.

Diario Oficial : 09/02/81

**• D.S. N° 745/92**

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Art. 17, 18, 19).

Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

• **Resolución N° 7.077/76**

Título : Prohíbe la incineración como método de eliminación de residuos sólidos de origen doméstico e industrial en determinadas comunas de la Región Metropolitana.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : No publicada.

• **Resolución N° 5.081/93**

Título : Establece Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.  
Repartición : Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.  
Diario Oficial : 18/03/93

### 8.5 Normativas aplicables a los ruidos

• **D.F.L. N° 725/67**

Título : Código Sanitario (Art. 89 Letra b).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

• **D.S. N°146/98**

Título : Establece Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, Elaborada a Partir de la Revisión de la Norma de Emisión Contenida en el Decreto N°286, de 1984, del Ministerio de Salud.  
Repartición : Ministerio Secretaría General de la Presidencia  
Diario Oficial : 17/4/98

• **D.S. N° 745/92**

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

## 8.6 Normativas de seguridad y salud ocupacional

### • D.F.L. N° 725/67

Título : Código Sanitario (Art. 90–93).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 31/01/68

### • D.F.L. N° 1/89

Título : Determina Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa (Art. 1 N°44).  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 21/02/90

### • Ley N° 16.744/68

Título : Accidentes y Enfermedades Profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 01/02/68

### • D.F.L. N°1/94

Título : Código del Trabajo (Art. 153–157).  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 24/01/94

### • D.S. N° 40/69

Título : Aprueba Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 07/03/69

### • D.S. N° 54/69

Título : Aprueba el Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 11/03/69

**• D.S. N° 20/80**

Título : Modifica D.S. N° 40/69.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 05/05/80

**• Ley N° 18.164/82**

Título : Internación de Ciertos Productos Químicos.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 17/09/82

**• D.S. N° 48/84**

Título : Aprueba Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 14/05/84

**• D.S. N° 133/84**

Título : Reglamento Sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas y Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes, Personal que se Desempeñe en ellas u Opere Tales Equipos.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 23/08/84

**• D.S. N° 3/85**

Título : Aprueba Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 25/04/85

**• D.S. N° 379/85**

Título : Aprueba Reglamento Sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo Destinados a Consumos Propios.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 19/03/86



• **D.S. N° 29/86**

Título : Almacenamiento de Gas Licuado.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 06/12/86

• **D.S. N° 50/88**

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que Aprobó el Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 21/07/88

• **D.S. N° 745/92**

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.  
Repartición : Ministerio de Salud.  
Diario Oficial : 08/06/93

• **D.S. N° 95/95**

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que Aprobó el Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.  
Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.  
Diario Oficial : 16/09/95

• **D.S. N° 369/96**

Título : Extintores Portátiles.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 06/08/96

• **D.S. N° 90/96**

Título : Reglamento de Seguridad para Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo.  
Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.  
Diario Oficial : 05/08/96

• **D.S. N° 298/94**

Título : Reglamento Sobre el Transporte de Cargas Peligrosas por Carreteras y Caminos.

Repartición : Ministerio de Transportes.

Diario Oficial : 11/02/95

Nota: Este reglamento, incorpora las siguientes NCh del INN, haciéndolas obligatorias:

NCh 382/89 : Sustancias peligrosas terminología y clasificación general.

Diario Oficial : 29/11/89

NCh 2.120/89 : Sustancias peligrosas.

Diario Oficial : 07/11/89

NCh 2.190/93 : Sustancias peligrosas. Marcas, etiquetas y rótulos para información del riesgo asociado a la sustancia.

Diario Oficial : 09/06/93

NCh 2.245/93 : Hoja de datos de seguridad.

Diario Oficial : 18/01/94

### **8.7 Normas referenciales del Instituto Nacional de Normalización**

En relación con las normas INN, cabe hacer presente que se trata de normas que han sido estudiadas de acuerdo con un procedimiento consensuado y aprobadas por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, persona jurídica de derecho privado, de carácter fundacional.

El cumplimiento de estas normas (norma, norma chilena y norma oficial) es de carácter voluntario y por lo tanto no son susceptibles de fiscalización. Sin embargo, estas normas pueden ser reconocidas por el Ministerio respectivo, como norma oficial de la República de Chile, mediante un Decreto Supremo. Además pueden ser incorporadas a un reglamento técnico adoptado por la autoridad en cuyo caso adquieren el carácter de obligatorias y susceptibles de fiscalización.

#### **8.7.1 Normas relativas al agua**

• **Norma NCh 1.333/Of. 87**

Título : Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos.

Repartición : Instituto Nacional de Normalización.

Diario Oficial : 22/05/87

## 8.7.2 Normativas de salud y seguridad ocupacional<sup>4</sup>

### • Norma NCh 388/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Prevención y Extinción de Incendios en Almacenamiento de Inflamables y Explosivos.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 30/11/55

### • Norma NCh 385/Of. 55 / D.S. 954

Título : Seguridad en el Transporte de Materiales Inflamables y Explosivos.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 30/08/55

### • Norma NCh 387/Of. 55 / D.S. 1.314

Título : Medidas de Seguridad en el Empleo y Manejo de Materias Primas Inflamables.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 30/11/55

### • Norma NCh 758/Of. 71 / Res. 110

Título : Sustancias Peligrosas, Almacenamiento de Líquidos Inflamables. Medidas Particulares de Seguridad.  
Repartición : Ministerio de Economía  
Diario Oficial : 25/08/71

### • Norma NCh 389/Of. 72 7 D.S. 1.164

Título : Sustancias Peligrosas. Almacenamiento de Sólidos, Líquidos y Gases Inflamables. Medidas Generales de Seguridad.  
Repartición : Ministerio de Obras Públicas  
Diario Oficial : 04/11/74

---

<sup>4</sup> La repartición y fecha corresponden al Decreto Supremo citado en cada norma, y por el cual se oficializó la respectiva Norma Chilena. Para conocer el contenido de cada Norma, dirigirse al INN.

• **Norma NCh 1.411/4 Of. 78 / D.S. 294**

Título : Prevención de Riesgos. Parte 4: Identificación de Riesgos de Materiales.  
Repartición : Ministerio de Salud  
Diario Oficial : 10/11/78

• **Norma NCh 2.164/Of. 90 / D.S. 16**

Título : Gases Comprimidos, Gases para Uso en la Industria, Uso Médico y Uso Especial. Sistema SI Unidades de Uso Normal.  
Repartición : Ministerio de Salud  
Diario Oficial : 30/01/90

• **Norma NCh 1.377/Of. 90 / D.S. 383**

Título : Gases Comprimidos Cilindros de Gases para uso Industrial. Marcas para la Identificación del Contenido y de los Riesgos Inherentes.  
Repartición : Ministerio de Salud  
Diario Oficial : 16/05/91

## **9. PROCEDIMIENTOS DE OBTENCION DE PERMISOS (AUTORIZACIONES), CONTENIDO Y FISCALIZACION**

La legislación actual es bastante clara para las industrias nuevas, o aquellas que se están por instalar. No obstante, para las industrias que se encuentran funcionando, es posible que se generen errores en la obtención de los permisos y certificados. Es por ello que éstas deben ser mucho más cuidadosas en el cumplimiento de las normativas vigentes y aplicables.

Previo a la instalación de una industria nueva o a la modificación de una ya existente, según lo establecido en la ley 19.300 general de bases sobre medio ambiente, y en su respectivo reglamento N°30/97, éstas deben someterse a el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Este sistema, en función de las dimensiones del proyecto y de sus impactos esperados define si la industria debe presentar un estudio de impacto ambiental o a una declaración de impacto ambiental.

La ventaja de este sistema, radica en que habiéndose efectuado la evaluación de impacto ambiental, y concluido con una resolución que califica favorablemente el proyecto, ningún organismo del estado podrá negar las autorizaciones ambientales pertinentes.

Adicionalmente, para la instalación de una industria, en general, ésta debe obtener los siguientes certificados y permisos:

- Calificación Técnica (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Permiso Municipal de Edificación (Municipalidad).
- Informe Sanitario (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Patente Municipal definitiva (Municipalidad).

Para la obtención de cada uno de estos certificados, es necesario previamente obtener una serie de otros permisos, dependiendo del certificado solicitado.

Las industrias que iniciaron sus funciones con anterioridad a 1992, deben obtener el certificado de calificación técnica, para verificar que están de acuerdo con el Plan Regulador de Santiago.

Actualmente toda industria nueva (inicio de actividad posterior a 1992), debe cumplir con estos certificados, ya que de otra manera ni siquiera puede iniciar las obras de construcción. Sin embargo, no existe un plan de fiscalización que verifique periódicamente, que las condiciones ambientales, sanitarias y de seguridad ocupacional se cumplan con la misma intensidad. Por este motivo, se ha verificado en las visitas realizadas, que hay empresas que una vez aprobado su informe, prácticamente se han desentendido de la seguridad ocupacional, y de la medidas ambientales.

### **9.1 Certificado de calificación técnica**

Para la solicitud de esta Calificación Técnica, las industrias deben llenar el formulario correspondiente en la oficina de partes del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Av. Bulnes 194 acompañándolo de los siguientes antecedentes:

- Plano de planta del local, con distribución de maquinarias y equipos.
- Características básicas de la edificación.
- Memoria técnica de los procesos.
- Diagramas de flujos.
- Anteproyecto de medidas de control de contaminación del aire, manejo de RILES, manejo de RISES y control de ruidos.
- Anteproyecto de medidas de control de riesgos y molestias a la comunidad.

Cabe notar que este certificado se debe solicitar cuando la industria aún no se construye, y sólo se tiene el proyecto de Ingeniería Básica y algunos componentes con Ingeniería de Detalles.

### **9.2 Informe Sanitario**

Para la obtención de una evaluación de Informe Sanitario, se debe retirar las solicitudes y formularios pertinentes en la oficina del SESMA, llenarlos y devolverlos exclusivamente al SESMA.

Para obtener el informe sanitario, el industrial debe cumplir los siguientes requisitos:

- Solicitud de informe sanitario (SESMA).
- Declaración de capital simple inicial.
- Instructivos exigencias generales y específicas.
- Clasificación de zona (Dirección de Obras Municipales).
- Solo en las zonas que no estén reguladas por un Plano Regulador, se debe presentar un informe de cambio de uso de suelos (Servicio Agrícola Ganadero).
- Pago e inspección.

Para certificar el cumplimiento de las normas ambientales y sanitarias, al momento de presentar el certificado de informe sanitario, se debe presentar los siguientes documentos:

- Plano local con distribución de máquinas y propiedades colindantes.
- Comprobante de pago de agua potable y alcantarillado red pública (Empresa Sanitaria).
- Autorización sanitaria para sistemas de agua potable y alcantarillado particular, cuando no exista red pública (SESMA).
- Informe de muestreos isocinéticos de material particulado de fuentes fijas (calderas, hornos, etc.) cuando corresponda (Empresa Registrada).

- Certificados de instaladores registrados en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, de las instalaciones eléctricas y de gas (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Autorización de aprobación del tratamiento y disposición de residuos industriales sólidos (SESMA).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos (SISS).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento de aguas servidas particulares (SESMA).
- Resolución autorización de casino, empresas sobre 25 empleados (Programa Control de Alimentos del SESMA).
- Certificados de revisiones y pruebas de generadores de vapor (SESMA-PROCEFF).
- Certificados y pruebas de autoclaves (SESMA-PROCEFF).
- Certificados de operadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Certificados de operadores de calderas industriales y calefacción (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Licencias de operación generadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Licencia de conducción equipos de transporte (Departamento Tránsito Público Municipalidad Respectiva).
- Informe de detección, evaluación y control de riesgos (Mutual de Seguridad y SESMA).
- Oficio aprobación del reglamento interno de higiene y seguridad (SESMA).
- Acta de constitución comité peritario higiene y seguridad, empresas sobre 25 empleados (Inspección del Trabajo de la Dirección del Trabajo).
- Contrato experto en prevención de riesgos, empresas sobre 100 empleados.
- Comprobante pago de cotizaciones de seguro (Mutual de Seguridad e Instituto de Normalización Previsional).

El informe sanitario tiene carácter de obligatorio para todas las empresas, se debe solicitar una vez iniciada las actividades de producción de la industria, es decir, cuando la industria ya se encuentra operativa. Por esto se hace muy importante tener un informe sanitario favorable, ya que de otra manera no puede funcionar. En el caso de tener informe sanitario desfavorable, es preciso regularizar la situación (arreglar las falencias) lo más rápido posible y solicitar de nuevo el informe sanitario, ya que de lo contrario el SESMA tiene la facultad de dar permiso de no funcionamiento, en forma indefinida, hasta que se apruebe el informe sanitario.

### **9.3 Permisos Municipales**

Para solicitar permiso de edificación o modificación física de la planta, la Municipalidad solicitará un listado de documentos que se deberán adjuntar y que deberán solicitarse en diferentes reparticiones de servicios:

- Patente al día Profesional
- Informe de Calificación de Salud del Ambiente (SESMA o en los Servicios de Salud Jurisdiccionales).
- Factibilidad de Agua Potable (En el servicio sanitario al cual se le deberá presentar un Proyecto).
- Certificado de la Superintendencia de Servicio Sanitarios sobre residuos industriales líquidos (SISS).
- Certificado de densidad de carga de combustible (si procede), para verificación de estructuras metálicas, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Planos y memoria de Cálculo.
- Adjuntar número de trabajadores separados por sexo.
- Plano señalando sistema de prevención de riesgos, salidas de emergencia y extintores.
- En el Plano General de la planta, señalar estacionamientos y áreas verdes.
- En planos de arquitectura verificar e indicar sistema de ventilación.



## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El sector aceitero presenta el mayor impacto ambiental a través de la contaminación de RILES y residuos sólidos; y los mayores riesgos a través de las emisiones accidentales de gases.
2. El mayor porcentaje de carga contaminante en los RILES es debido a las pérdidas de producto, lo cual presenta un alto atractivo para la aplicación de tecnologías limpias y planes de prevención de la contaminación. Un buen manejo de la planta asociado a tecnologías limpias puede llevar las pérdidas bajo el 1%, lo cual conlleva fuertes reducciones en volúmenes de agua evacuados y concentración de los parámetros contaminantes, y además aumento en la productividad de la empresa.
3. Los programas de prevención de la contaminación en la industria aceitera permiten reducir drásticamente los volúmenes de agua evacuados y las cargas orgánicas durante la primera fase del programa. Ello motiva la realización de aquellas fases de alto impacto durante unos 12 meses previo a instalar las primeras fases del tratamiento. No se justifica obligar a instalar un tratamiento, aunque sea parcial, si no se otorga un plazo como el indicado para reducir cargas contaminantes.
4. El tratamiento de las aguas en aceiteras involucra tratamientos físicos (o pretratamientos); tratamientos físico-químicos y biológicos (para reducir sulfatos y  $\text{DBO}_5$ ). Por ello, la planta de tratamiento debe construirse por etapas de forma tal de adecuar las fases más avanzadas del tratamiento con las reducciones logradas en los niveles contaminantes a través de los planes de prevención de la contaminación y la adopción de tecnologías limpias.
5. El criterio de gradualidad, y por ende el plazo otorgado para construir la planta de tratamiento, debe ser evaluado caso a caso en función del plan de prevención de la contaminación propuesto y del impacto que el RIL ejerce sobre el cuerpo receptor. Es necesario exigir informes de avance para verificar el cumplimiento del plan propuesto.
6. La normativa vigente en cuanto a descarga de RILES es inadecuada para industria aceitera, y debe ser replanteada tomando en consideración la eficiencia de remoción de los parámetros contaminantes en las distintas fases del tratamiento, y en función del plan de prevención de la contaminación propuesto. Se entrega una proposición de estándares para el sector tomando en consideración las fases de tratamiento.
7. La ausencia de normativa nacional en lo relativo a disposición de residuos sólidos es de suma gravedad. Ello, debido a que se está forzando a las industrias aceiteras a iniciar la construcción de plantas de tratamiento, las que generan un importante volumen de residuos sólidos (lodos).
8. En lo concerniente a la fiscalización de los sistemas de tratamiento es necesario fiscalizar el conjunto de RILES y lodos, ya que un buen control en la disposición de los lodos permite

diagnosticar si la planta ha operado continuamente en cumplimiento de los estándares fijados. De esa forma se evita que se opere la planta por algunas horas y/o que se despoja los lodos en lugares no autorizados.

## 11. BIBLIOGRAFIA.

1. Información aportada por empresas del rubro.
2. Pollution Prevention Assesment for an Oil Extraction and Soap Manufacturing Facility. Case Studies. Agosto 1995. EP3
3. Cleaner Production in China. National Environmental Protection Agency of China. Agosto 1995.
4. Pollution Prevention and Abatement Handbook. The World Bank. September 1996.
5. Catastro de Resíduos Industriales Líquidos de SISS.
6. EP3, Pollution Prevention for Food Industries Training Manual, Colombo Sri Lanka, 1995.
7. Taller ISO 14000 y Prevención de la Contaminación. Giovanni Castagna. Industrias Tricolor, Viña del Mar, 1997
8. Manantial. Estudio de casos. 1997
9. Facility Pollution Prevention Guide-EPA/600/R-92/088, Mayo 1992.
10. Coagulation, Flocculation and Polymers activation. Kim Yong. 1995
11. Stranco. Manual y Catálogo Master. 1997