

GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCION DE LA  
CONTAMINACION INDUSTRIAL

INDUSTRIA PROCESADORA DE FRUTAS Y  
HORTALIZAS

SANTIAGO  
MARZO 1998

## INDICE

Página

<b>Presentación</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>5</b>
<b>2. ANTECEDENTES GENERALES DE PRODUCCION</b>	<b>6</b>
2.1. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN	6
2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS	7
2.2.1. Operaciones preliminares	7
2.2.2. Operaciones finales	9
2.2.3. Producción de jugos	10
2.2.4. Frutas y hortalizas congeladas	10
2.2.5. Secado de frutas y hortalizas	10
2.3. SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS Y HACCP	11
<b>3. CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS Y SU IMPACTO</b>	<b>13</b>
3.1. FUENTES Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS	13
3.2. FUENTES Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	16
3.3. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL SECTOR	16
<b>4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION</b>	<b>18</b>
4.1. REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LOS EFLUENTES	18
4.2. REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE RESIDUOS LÍQUIDOS	19
4.2.1. Pautas generales para reducir el uso de agua	19
4.3. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL	20
<b>5. METODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION</b>	<b>21</b>
5.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTOS PARA LOS RESIDUOS LÍQUIDOS	21
5.1.1. Efluentes reciclados de procesos	21
5.1.2. Tratamiento de aguas de proceso con alta concentración de contaminantes	22
5.1.3. Tratamientos de efluentes combinados	22
5.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UN TRATAMIENTO	24
5.3. TRATAMIENTOS Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	25
<b>6. COSTOS DEL CONTROL DE LA CONTAMINACION</b>	<b>26</b>
6.1. COSTO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS	26
6.2. COSTOS DE DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	27
6.3. INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL	27
<b>7. SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD</b>	<b>29</b>
<b>8. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA</b>	<b>31</b>
8.1. NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS	31
8.2. NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS	32
8.3. NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS	34
8.4. NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS	35
8.5. NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS	36
8.6. NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	37

8.7.	NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.....	40
8.7.1.	<i>Normas relativas al agua</i> .....	41
8.7.2.	<i>Normativas de salud y seguridad ocupacional</i> .....	41
<b>9.</b>	<b>PROCEDIMIENTOS DE OBTENCION DE PERMISOS (AUTORIZACIONES), CONTENIDO Y FISCALIZACION .....</b>	<b>43</b>
9.1.	PERMISOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS .....	43
9.2.	PERMISOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CALIFICACIÓN TÉCNICA .....	44
9.3.	PERMISO MUNICIPAL DE EDIFICACIÓN .....	44
9.4.	INFORME SANITARIO .....	45
9.4.1.	<i>Actividad, proceso y establecimiento</i> .....	45
9.4.2.	<i>Instalaciones sanitarias</i> .....	46
9.4.3.	<i>Instalaciones de energía</i> .....	46
9.4.4.	<i>Equipos de vapor, agua caliente y radiación ionizante</i> .....	46
9.4.5.	<i>Operadores calificados</i> .....	47
9.4.6.	<i>Organización de prevención de riesgos para los trabajadores</i> .....	47
9.5.	PATENTE MUNICIPAL.....	47
9.6.	ANTECEDENTES GENERALES DE CUMPLIMIENTO .....	47
9.6.1.	<i>Residuos industriales líquidos</i> .....	48
9.6.2.	<i>Residuos industriales sólidos</i> .....	48
9.6.3.	<i>Emisiones atmosféricas</i> .....	48
9.6.4.	<i>Organización de prevención de riesgos para los trabajadores</i> .....	48
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>50</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 procesadora de frutas y hortalizas. 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 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 Comisión Nacional del Medio Ambiente, Dirección Región Metropolitana.

La presente guía para el control y prevención de la contaminación industrial en la industria procesadora de frutas y hortalizas, ha sido elaborada por la Unidad de Residuos de la CONAMA RM, en base a un estudio realizado por la Corporación de Investigación Tecnológica INTEC-CHILE.

## 1. INTRODUCCION

La industria hortofrutícola ha pasado a ser una de las principales actividades agrícolas en Chile. Esta industria ha incrementado su producción en los últimos 15 a 20 años, debido al aumento en la superficie plantada y a la obtención de mejores rendimientos, logrados a través de mejoramientos en las técnicas de producción e introducción de nuevas especies.

En términos generales, la producción hortofrutícola tiene dos destinos: el consumo en fresco y la industrialización. Dependiendo de su uso final, las frutas y hortalizas frescas pueden ser sometidas a diversos procesos industriales, resumidos a continuación:

- Conservería de frutas y hortalizas.
- Deshidratación de frutas y hortalizas.
- Elaboración de jugos clarificados concentrados de frutas.
- Elaboración de pulpas y mermeladas de frutas y de pastas de hortalizas.
- Congelación de frutas y hortalizas.
- Sulfitado y confitado de frutas.
- Acetificación y/o fermentación de hortalizas.

A estos procesos, se agrega el tratamiento de post-cosecha de especies (frío y fumigación), para permitir su exportación y consumo en fresco en el extranjero.

La industria procesadora de frutas y hortalizas genera importantes cantidades de residuos líquidos, con una alta carga de material orgánico. Por otra parte, produce residuos sólidos que pueden utilizarse como alimento animal o fertilizante orgánico. La contaminación atmosférica y la acústica son de menor importancia en esta actividad industrial.

El carácter estacional de la industria hortofrutícola se traduce en una alta generación de contaminantes en un período relativamente breve. El tratamiento de diversas especies frutícolas permite mitigar en parte esta característica, haciendo posible un mejor uso de las instalaciones de las plantas procesadoras y de su fuerza laboral.

## 2. ANTECEDENTES GENERALES DE PRODUCCION

### 2.1. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Las cifras de producción y procesamiento industrial de frutas y hortalizas en el país, permiten apreciar la relevancia que este sector ha adquirido en la economía nacional. La Tabla N° 2.1 presenta los volúmenes de materia prima procesada y el producto final obtenido por este sector industrial, durante la temporada 1990-1991.

**TABLA N° 2.1: Producción de la agroindustria hortofrutícola (Temporada 1990-91).**

AGROINDUSTRIA	VOLUMENES (Miles toneladas)		VALOR (Millones de US\$)
	MATERIA PRIMA	PRODUCTO FINAL	
<b>TOMATE</b>	<b>608,0</b>	<b>111,5</b>	<b>77,2</b>
• Pasta concentrada	560,0	86,2	64,6
• Conservas	48,0	25,3	12,6
<b>JUGOS CONGELADOS</b>	<b>319,5</b>	<b>41,1</b>	<b>36,5</b>
• Manzana	270,0	35,0	30,0
• Otros	49,5	6,1	6,5
<b>DESHIDRATADOS</b>	<b>429,0</b>	<b>65,6</b>	<b>90,7</b>
• Frutas	282,0	57,8	60,7
• Hortalizas y manzanas	147,0	7,8	30,0
<b>CONGELADOS</b>	<b>124,6</b>	<b>55,6</b>	<b>55,7</b>
• Frutas	44,6	36,0	43,2
• Hortalizas	80,0	19,6	12,5
<b>CONSERVAS (*)</b>	<b>71,1</b>	<b>64,8</b>	<b>47,9</b>
• Frutas	61,1	60,6	43,6
• Hortalizas	10,0	4,2	4,3
<b>PULPA DE FRUTA (*)</b>	<b>47,4</b>	<b>15,8</b>	<b>14,2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.599,6</b>	<b>354,4</b>	<b>322,2</b>

(\*) Estimado de acuerdo a producción 1990.  
FUENTE: Ref. 1

Parte importante de esta producción se exporta, lo que ha obligado a la industria procesadora a un acelerado proceso de modernización tecnológica, que garantice el cumplimiento de los exigentes estándares internacionales.

La Región Metropolitana representa una fracción importante en cada una de estas líneas de producción, tal como se presenta en la Tabla N° 2.2.

**TABLA N° 2.2: Tipo de agroindustria y su producción en la Región Metropolitana.**

<b>TIPO DE AGROINDUSTRIA</b>	<b>N° DE INDUSTRIAS</b>	<b>PRODUCCION ton/año</b>	<b>% PRODUCCION NACIONAL</b>
Deshidratados			
* Hortalizas	6	48.000	29
* Frutas	10	33.000	50
Congelados	15	88.000	41
Conservas	6	63.000	24
Pastas y concentrados de tomates	4	16.000	16
Jugos concentrados de fruta	2	Sin información	Sin información

**FUENTE: Ref. 1**

## **2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS**

Para cada tipo de fruta y hortaliza hay uno o más procesos de industrialización, cada uno de los cuales presenta problemas específicos en relación al control de procesos y generación de residuos. Es posible, sin embargo, identificar algunos procesos unitarios básicos, que se repiten en los diferentes procesos de industrialización y que tienen características similares.

La Figura N° 1 presenta un esquema general de estos procesos, que se describen brevemente a continuación (Ref. 9).

### **2.2.1. Operaciones preliminares**

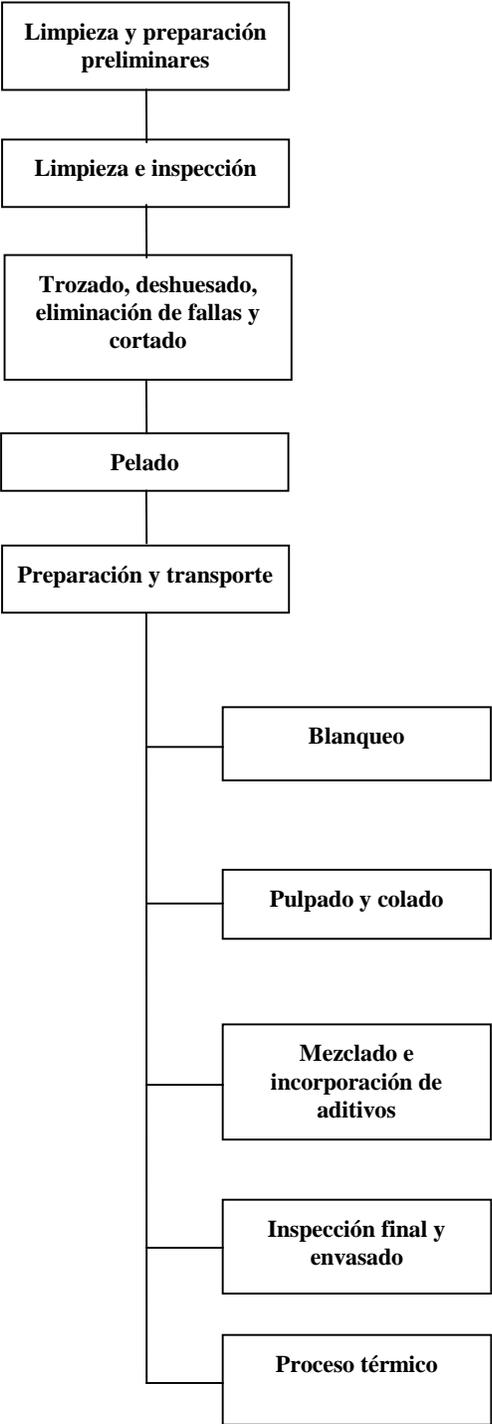
- **Limpieza y preparación preliminares**

Todas las frutas y hortalizas a ser procesadas deben ser liberadas de la tierra adherida, jugo seco, insectos y residuos químicos. Esto se realiza en baños de agua y aspersion a presión, mientras la materia prima se traslada en cintas transportadoras o se pasa a través de tamices agitados.

- **Limpieza e inspección**

Los productos hortofrutícolas son sometidos a limpieza para remover materias extrañas y material dañado. Se efectúa una clasificación según tamaño, madurez, peso, calidad u otras características. Estos procesos usan tanto procesos secos como húmedos, así como operaciones mecánicas y manuales. Ejemplos de sistemas secos son la agitación manual, tamices, chorros de aire y cintas y rodillos transportadores, en tanto métodos húmedos son la aspersion de agua, flotación, inmersión y arrastre en canales.

**Figura N° 1: Diagrama de flujo general de procesos de industrialización de frutas y hortalizas**



- **Trozado, deshuesado, eliminación de fallas y cortado**

Algunas materias primas deben trozarse en tamaños específicos; los sobrantes pueden utilizarse o descartarse. Este proceso se realiza habitualmente en forma manual. El deshuesado, eliminación de fallas y cortado, **son normalmente procesos mecánicos**.

- **Pelado**

La remoción de la cáscara puede ser manual, mecánica o química. Esta última se utiliza para los productos más frágiles (por ej.: tomates y duraznos).

- **Preparación y transporte**

Antes de entrar al proceso final, los productos son inspeccionados para asegurar la calidad. En la planta, el transporte se efectúa mediante bombeo, canales o cintas transportadoras.

### 2.2.2. Operaciones finales

- **Blanqueo**

Esta operación expone el producto a una alta temperatura por un período breve. Se utiliza agua caliente para vegetales enlatados y vapor para hortalizas congeladas y deshidratadas. El principal propósito de este proceso es inactivar o retardar la acción de bacterias y enzimas que provocan una rápida pérdida de calidad. Efectos secundarios positivos del blanqueo son la eliminación de aire y gases del producto. Después del blanqueo, el producto se enfría rápidamente para prevenir el deterioro del sabor y del color.

- **Pulpado y colado**

Sólo se efectúa para algunos productos específicos (por ej.: pulpa de manzana y alimentos infantiles) y consiste en la molienda de la fruta y/o verdura.

- **Cocción**

La cocción y otros métodos de calentamiento de los productos también se efectúan en casos específicos (por ej.: pasta de tomate).

- **Mezclado e incorporación de aditivos**

Algunos componentes específicos, como saborizantes o preservantes, se agregan al producto principal. Pueden ser especies, agentes espesadores, agua, sal, jarabes, etc.

- **Inspección final y envasado**

Después de la inspección final, los productos se envasan en latas metálicas, botellas de vidrio o tambores. Después del llenado, el exterior de los envases se lava habitualmente con agua caliente.

- **Proceso térmico**

Luego del llenado y sellado, las latas son calentadas a alta temperatura para esterilizar su contenido.

### 2.2.3. Producción de jugos

La elaboración de jugos requiere de las operaciones preliminares ya descritas. Posteriormente, requiere algunas operaciones específicas, indicadas a continuación:

- Extracción, usualmente mediante prensas.
- Tamizado, para remoción de impurezas como semillas y pulpa.
- Eliminación de aceite, especialmente para jugos de cítricos.
- Concentración (si se requiere), precedida de pasteurización.

### 2.2.4. Frutas y hortalizas congeladas

Las operaciones complementarias a las ya mencionadas son:

- Congelado de frutas y jugos: En contraste con las conservas, el congelado de jugos de frutas sólo se efectúa después de la concentración de la materia prima (usualmente por evaporación al vacío).
- Congelado de hortalizas: Es imperativo el blanqueo previo para conservar los valores organolépticos y nutricionales. Inmediatamente después del blanqueo, los productos son conservados en agua fría a una temperatura de alrededor de 4 °C, la que posteriormente se drena antes de la congelación.

### 2.2.5. Secado de frutas y hortalizas

Después de las operaciones preliminares ya descritas, los productos se secan mediante calentamiento en condiciones controladas.

### 2.3. SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS Y HACCP

El HACCP es una metodología que apunta a conseguir, de manera sistemática, la seguridad de los alimentos. HACCP es el acrónimo de *Hazard Analysis Critical Control Point*, el que se traduce como “*Análisis de las Fuentes de Contaminación de los Alimentos y Control de Puntos Críticos*”.

La implementación de este método implica un enfoque proactivo y no reactivo a la evaluación de la seguridad de los alimentos. Para asegurar que los alimentos no traigan ningún elemento dañino para el consumidor, es necesaria la aplicación de todas las tecnologías de control de riesgos de contaminación alimentaria, siendo la mayor parte de éstas conocidas desde hace bastante tiempo. Lo que hace el HACCP es sistematizar su implementación y confirmar que estas tecnologías hayan sido realmente aplicadas.

Los alimentos pueden verse afectados por tres tipos de contaminación:

- Bacteriológica.
- Física.
- Química.

Los contaminantes pueden originarse en distintos medios y operaciones, tales como:

- El agua.
- Los excrementos (humanos y animales).
- Los procesos de producción.
- El transporte.

Los siete principios que rigen la planificación de un HACCP son los siguientes:

1. Identificar los riesgos y evaluar su severidad.
2. Determinar los puntos críticos de control.
3. Establecer los criterios para asegurar el control.
4. Monitorear los puntos críticos.
5. Tomar acciones correctivas, cada vez que los criterios son violados.
6. Establecer un sistema de documentación.
7. Verificar que el sistema esté funcionando de acuerdo a lo planificado.

La secuencia de un programa de HACCP debe incorporar los siguientes elementos:

- Seleccionar un producto y representar su sistema de producción a través de un diagrama de bloques, que muestre la secuencia de los materiales e insumos empleados y las operaciones correspondientes.

- Realizar un análisis de riesgos (*Hazard Analysis*), con el fin de identificar los puntos del diagrama de bloques por los cuales los contaminantes pueden entrar al proceso.
- Identificar los puntos del proceso donde la introducción de los controles adecuados permitan minimizar los riesgos (*Puntos de Control Críticos*).
- Verificar que todos los riesgos estén controlados y los controles adoptados sean lo más aptos para producir alimentos seguros.

Luego, se estructura una serie de actividades para cada punto crítico, que permitan asegurar que los métodos de control y las tecnologías seleccionadas se estén aplicando correctamente. Estas actividades pueden incluir:

- La definición de las medidas de prevención.
- El establecimiento de los límites y alcances de los controles.
- La definición de los procedimientos de monitoreo.
- Definir qué hacer si los métodos para la seguridad de los alimentos están siendo mal aplicados.
- Mantener la documentación apropiada para asegurar que los métodos se están aplicando correctamente.
- Verificar que el sistema definido para cada punto crítico esté funcionando correctamente.

El conjunto de instrucciones y documentaciones de todos los puntos críticos se denomina “Plan HACCP”. En muchos casos, de acuerdo con el tamaño y la complejidad de la empresa, es oportuno implementar el HACCP junto con ISO 9.002, lo que permite lograr, al mismo tiempo, el aseguramiento de la calidad y la seguridad alimentaria.

Para poder implementar correctamente un HACCP, el problema se debe abordar como un sistema que tiene como propósito conseguir que los aspectos más significativos de la seguridad de los alimentos (*food safety*) sean manejados apropiadamente.

### **3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS Y SU IMPACTO**

La agroindustria hortofrutícola genera principalmente residuos líquidos y sólidos, siendo de menor importancia la contaminación atmosférica y la acústica. Al tratarse de una industria de tipo estacional, la producción de residuos, así como sus características, dependen del tipo de vegetal o fruta procesada.

#### **3.1. FUENTES Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS**

Las principales fuentes de generación de residuos líquidos en la industria procesadora de frutas y/o hortalizas, son los procesos de lavado. Estos se realizan tanto a las frutas y/o hortalizas como también a las maquinarias y equipos de la línea de producción.

Los residuos líquidos generados en el lavado de frutas y hortalizas, se caracterizan por contener principalmente sólidos suspendidos y materia orgánica disuelta. También es común encontrar pesticidas, insectos, lechada soluble y jugos provenientes de la materia prima, hojas, tallos y otras partes de las plantas.

El consumo de agua de los lavados de fruta y/o hortalizas varía enormemente dependiendo tanto del tipo de producto como del tipo de industria. En algunos casos, alcanza al 50% del agua total usada en la industria, pudiendo variar desde 0,2 hasta 10 m<sup>3</sup>/ton de producto (Ref. 7).

Respecto de las aguas de lavado de equipos, éstas se caracterizan por sufrir bruscas variaciones de pH con peaks ácidos y básicos. A su vez, es común encontrar detergentes y materia orgánica disuelta.

Adicionalmente, existen procesos característicos generadores de residuos líquidos, entre ellos destaca el proceso de pelado, donde se generan importantes cantidades de aguas con alto contenido orgánico soluble y sólidos suspendidos. Las aguas del proceso de blanqueado y del proceso de evaporación también tienen alto contenido de materia orgánica soluble.

La cantidad y calidad de todos los efluentes combinados de la industria de frutas y hortalizas están muy relacionadas con el proceso.

En la Tabla N° 3.1 y 3.2 respectivamente, se recogen valores de contenidos de residuos determinados en un estudio efectuado por la OMS.

**TABLA N° 3.1: Carga de los residuos líquidos de diversos procesos de la industria de frutas.**

<b>PROCESAMIENTO DE FRUTAS</b>	<b>VOLUMEN DE RESIDUOS m<sup>3</sup>/ton materia prima</b>	<b>DBO kg/ton materia prima</b>	<b>SST kg/ton materia prima</b>
Damascos	29.1	15.4	4.25
Manzana:			
• Todos los productos	3.7	5	0.5
• Todos excepto jugos	5.4	6.4	0.8
• Jugos	2.9	2	0.3
Cítricos	10.1	3.2	1.3
Cerezas:			
• Cerezas dulces	7.8	9.6	0.6
• Cerezas ácidas	12	17.2	1.0
Arándanos	12.3	10.0	1.4
Fruta seca	13.3	12.4	1.9
Uva:			
• En conserva	72.1	10.7	1.2
• Prensado	1.7	1.9	0.4
Duraznos:			
• En conserva	13.0	14.0	2.3
• Congelados	5.4	11.7	1.8
Peras	11.8	21.2	3.2
Picles:			
• Frescos	8.5	9.5	1.9
• Procesados	9.6	18.3	3.3
• Salados	1.1	8.0	0.4
Piñas	13.0	10.3	2.7
Ciruelas	5.0	4.1	0.3
Pasas	2.8	6.0	1.6
Fresas	13.1	5.3	1.4
Tomates:			
• Pelados	8.9	4.1	6.1
• Procesados	4.7	1.3	2.7

Fuente: (Ref: 7)

**TABLA N° 3.2: Carga de los residuos líquidos de diversos procesos de la industria de hortalizas.**

<b>PROCESAMIENTO DE HORTALIZAS</b>	<b>VOLUMEN DE RESIDUOS m<sup>3</sup>/ton materia prima</b>	<b>DBO kg/ton materia prima</b>	<b>SST kg/ton materia prima</b>
Espárragos	68.8	2.1	3.4
Betarragas	5.0	19.7	3.9
Brócolis	45.6	9.8	5.6
Repollo bruselas	36.3	3.4	10.8
Zanahorias	12.1	19.5	12.0
Coliflores	89.4	5.2	2.7
Maíz:			
• En conserva	4.5	14.4	6.7
• Congelado	13.3	20.2	5.6
Deshidratados			
• Cebollas y ajos	19.9	6.5	5.9
• Otras hortalizas	22.1	7.9	5.6
Porotos secos	18.0	15.3	4.4
Habas	27.1	13.9	10.3
Callampas	22.4	8.7	4.8
Cebolla en conserva	23.0	22.6	9.3
Arvejas:			
• En conserva	19.7	22.1	5.4
• Congeladas	14.5	18.3	4.9
Pimientos	28.8	27.2	2.9
Papas:			
• Todos los productos	10.3	18.1	15.9
• Productos congelados	11.3	22.9	19.4
• Productos deshidratados	8.8	11.0	8.6
Chucrut:			
• En conserva	3.5	3.5	0.6
• Cortada	0.4	1.2	0.2
Espinacas:			
• En conserva	37.6	8.2	6.5
• Congeladas	29.2	4.8	2.0
Zapallo	5.6	16.8	2.3
Camote	4.1	30.1	11.5

Fuente: (Ref. 7)

### 3.2. FUENTES Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos provienen generalmente de las etapas de limpieza, lavado, corte, deshuesado, pelado y descorazonado. Otra fuente de generación de residuos sólidos son las plantas de tratamiento de riles. En la etapa de pretratamiento (rejas), se generan restos de frutas y verduras que deben ser eliminados antes de pasar a las otras etapas del proceso de tratamiento. Por otra parte, en el tratamiento primario y secundario de riles se generan lodos orgánicos, que generalmente pueden ser reutilizados.

Entre los residuos sólidos más comunes generados por este tipo de industria encontramos restos de frutas, frutas en mal estado, cuescos, envases y embalajes. Sin embargo, la gran mayoría de ellos son reutilizados como suplemento alimenticio para animales o como mejoradores de suelo.

En la Tabla N° 3.3 se muestran los datos de la cantidad de residuos sólidos generados por producto en EE.UU., además se indican los porcentajes de posibles utilidades de estos residuos sólidos, principalmente como alimento para animales o fertilizantes orgánicos.

**TABLA N° 3.3: Residuos sólidos provenientes de la industria de conservas de frutas y hortalizas en Estados Unidos.**

PRODUCTOS	RESIDUOS SÓLIDOS PUTREFACTIBLES (kg/ton producto)	UTILIZACION COMO SUBPRODUCTO	MANEJO COMO DESECHO SÓLIDO
		%	%
<b>Manzanas</b>	<b>280</b>	<b>68</b>	<b>32</b>
Cítricos	390	98	2
Maíz	660	94	6
Aceitunas	140	86	14
Duraznos	270	33	67
Peras	290	31	69
Arvejas	120	67	33
Papas	330	88	12
Tomates	80	25	75
Hortalizas misceláneos	220	41	59

Fuente: (Ref: 7)

### 3.3. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL SECTOR

La descarga de residuos líquidos de la industria de procesamiento de productos hortofrutícolas sin tratamiento, puede provocar una importante contaminación de las aguas receptoras. Dado que el material orgánico constituye el principal componente contaminante, los problemas de contaminación de aguas se relacionarán principalmente con la descomposición de dicho material orgánico, lo que puede traducirse en una disminución del oxígeno, muerte de peces, producción y emisión de biogas y formación de una capa de material flotante. Si las descargas líquidas tienen una alta concentración de sólidos, puede formarse una capa de sedimento en el fondo de las aguas

receptoras, donde se puede producir una degradación anaeróbica, con la consecuente formación de gases malolientes.

Un problema adicional que puede provocar la descarga de estos residuos es la incorporación en las aguas receptoras, de concentraciones de pesticidas y otros agroquímicos provenientes del cultivo de las materias primas, inaceptables, dependiendo del uso posterior de estas aguas.

La disposición inadecuada de los residuos sólidos puede dar origen a la contaminación del aire (generación de malos olores), del agua (subterránea y superficial) y del suelo. La contaminación tiene relación principalmente con la putrefacción de material orgánico, generando malos olores y lixiviación de contaminantes hacia el suelo y las aguas superficiales y subterráneas. Por otra parte, la disposición de estos residuos en rellenos sanitarios, puede provocar serios problemas de operación en el relleno (debido al alto contenido de humedad que presentan los residuos). También pueden provocar molestias (olores) a la población aledaña al relleno.

La contaminación atmosférica es generalmente un problema menor en estas industrias, sin embargo en algunos casos se pueden producir problemas de olores producto del inadecuado manejo de los residuos sólidos. La producción de vapor con calderas que usan combustibles contaminantes (como leña o carbón), puede dar origen a una superación de las normas locales de emisión de material particulado u otros contaminantes regulados.

## **4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

En este capítulo, se analizarán las opciones existentes para prevenir la contaminación, mediante la realización de un manejo ambiental en toda la línea de producción de la industria procesadora de frutas y hortalizas. Con la aplicación de estas medidas preventivas, se espera que las industrias cumplan con las regulaciones vigentes y tengan una guía para enfrentar de la mejor forma posible las futuras regulaciones. El manejo ambiental tiene como objeto reducir o eliminar los impactos generados por esta actividad, aumentando la rentabilidad de la empresa ya sea en términos de recuperación de subproductos comercializables, como en términos de reducción de los costos asociados al tratamiento de los residuos generados.

La minimización de la carga de los residuos de la industria procesadora de frutas y vegetales está fundamentalmente dirigida a la reducción del uso del agua, en varias de las etapas del proceso y reducción de la pérdida de producto arrastrado como desecho. El Banco Mundial recomienda las siguientes medidas para reducir la carga de residuos (Ref. 9).

### **4.1. REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LOS EFLUENTES**

Una forma importante de reducir la concentración de productos orgánicos en los efluentes es la entrada de la materia prima lo más limpia posible al proceso. Para esto, podría efectuarse en el campo de recolección una pre-limpieza y selección, para así remover polvo y materia prima perjudicial. Así, las operaciones de lavado en el proceso pueden ser reducidas y los residuos líquidos podrían tener menos producto soluble y sólidos suspendidos.

Si la materia prima no puede ser pre-limpiada y seleccionada en terreno, las aguas utilizadas para el lavado de las frutas u hortalizas, efectuado en planta deberían ser almacenadas separadamente. Estas aguas, pueden ser tratadas en una serie de piscinas de sedimentación y lagunas de aireación, para remover los compuestos orgánicos. Los efluentes pueden así ser reutilizados para las operaciones de lavado de equipos.

Otra manera de reducir la carga de residuos es usando métodos de limpieza secos, tales como sistemas de vibración o neumáticos.

La pérdida de productos debido a las características del proceso puede ser reducida optimizando o modificando alguna(s) de sus etapas. Por ejemplo, si se usa soda cáustica seca para pelar, en el caso de las papas, la pérdida de producto podría ser mucho menor que con el uso de lejía líquida común o de procedimientos abrasivos.

### **4.2. REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE RESIDUOS LÍQUIDOS**

Los volúmenes de residuos líquidos pueden reducirse mediante un adecuado manejo interno y por recirculación del agua de proceso. Para mantener la calidad de estas aguas puede ser necesario realizar un tratamiento simple, como sedimentación, filtración y desinfección. Sin embargo, si se dispone de una planta de tratamiento de las aguas de salida del proceso, se podría considerar la recirculación del efluente final.

Un buen sistema para disminuir la carga de los residuos, en el caso del procesamiento de papas o frutas que lo requieran, es cambiar el proceso de pelado por un pelado cáustico en seco, reduciendo así el uso del agua y su carga orgánica.

#### 4.2.1. Pautas generales para reducir el uso de agua

- Minimizar el uso de agua en el lavado, reduciendo al mínimo el tiempo de contacto y usando flujo en contracorriente.
- Usar el pelado cáustico seco, lo que produce una reducción del flujo de residuos líquidos de alrededor de 35% y de la carga orgánica de alrededor de un 25%, comparado en el pelado con lejía.
- Utilizar aire comprimido con alta presión, en vez de agua, para la limpieza de latas, contenedores o botellas nuevas.
- Recircular el agua. Con ello el consumo se puede reducir de 50 m<sup>3</sup>/ton de producto a 5 m<sup>3</sup>/ton (Ref. 9).
- Reducir el agua utilizada en el proceso de blanqueo, utilizando vapor en vez de agua caliente o mediante calentamiento indirecto del agua de blanqueo.
- Optimizar los ciclos de las aguas, tratando separadamente aquellos flujos con cargas más contaminantes, lo que hace también posible recuperar material para su reuso.
- Racionalizar el uso de agua para el lavado de suelos, máquinas, etc., remover los residuos sólidos sin el uso de agua.
- Reciclar las aguas usadas tanto para enfriar como para calentar (por ejemplo, para la pasteurización y la esterilización de los productos).
- Monitorear el consumo de agua y corregir posibles fugas.

En la Tabla N° 4.1, se presentan valores indicativos para el uso de las aguas en la industria de la fruta y la hortaliza, aplicando métodos ahorrativos del uso del agua y métodos de reciclo del agua.

**TABLA N° 4.1: Posibles niveles de uso de agua en la industria procesadora de fruta y hortalizas.**

<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	<b>USO DEL AGUA (m<sup>3</sup>/ton producto)</b>
Conservas de frutas	2,5 - 4,0
Conservas de vegetales	3,5 - 6,0
Congelados de vegetales	5,0 - 8,5
Jugos de frutas	6,5
Mermeladas	6,0

Fuente: Ref. 9

Algunas mediciones efectuadas por INTEC-CHILE en agroindustrias nacionales, revelan consumos de 19 m<sup>3</sup>/ton y 35 m<sup>3</sup>/ton en dos plantas productoras de jugos de frutas y de 17 m<sup>3</sup>/ton en una fábrica de mermeladas. Estos valores reflejan las importantes posibilidades de reducción del consumo de agua que existen en estas instalaciones, al confrontarlos con los de la Tabla N° 4.1.

#### **4.3. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

Para que las empresas sean realmente eficaces en su comportamiento ambiental, las acciones deben ser conducidas dentro de un sistema de gestión estructurado e integrado a la actividad general de la industria. Ello, con el objeto de ayudar al cumplimiento de sus metas ambientales y económicas basados en el mejoramiento continuo. A nivel internacional, los estándares ISO 14.000 regulan la gestión ambiental dentro de la empresa, en lo que respecta a la implementación de un sistema de gestión ambiental y auditorías ambientales a la empresa, entre otros. En particular, la Norma ISO 14.001 “Sistemas de Gestión Ambiental” (Ref. 10 y 11), especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental. Esta norma se aplica a toda organización o empresa que desee:

- Mejorar la calidad de procesos y productos aumentando la eficiencia.
- Disminuir los costos, producto de un uso más eficiente de la energía y los recursos.
- Aumento de la competitividad.
- Acceso a nuevos mercados.
- Reducción de riesgos.
- Mejoramiento de las condiciones laborales y de salud ocupacional.
- Mejora de las relaciones con la comunidad, autoridades y otras empresas.

La implementación de sistemas de gestión ambiental, permitirá a la empresa anticiparse a las regulaciones ambientales más estrictas, permitiendo que el ajuste a la nueva realidad legislativa se realice de manera gradual y mediante cambios en los procesos de producción, no sólo recurriendo a grandes inversiones en plantas de tratamiento de residuos.

## 5. METODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION

### 5.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTOS PARA LOS RESIDUOS LÍQUIDOS

Los residuos líquidos de los diferentes procesos de industrialización de frutas y hortalizas se pueden clasificar como:

- Efluentes reciclados de procesos.
- Efluentes con alta carga de contaminantes.
- Efluente final de la planta.

A continuación, se analizan las diferentes posibilidades de tratamiento para la reducción de la carga contaminante de cada uno de estos efluentes.

#### 5.1.1. Efluentes reciclados de procesos

Las aguas de lavado y de transporte de materias primas, pueden someterse a los siguientes tratamientos:

- Rejas para remover los materiales gruesos.
- Cámara de arenilla o ripio para remover arena, polvo, y otras sustancias gruesas.
- Estanques de sedimentación o de flotación para remover los sólidos suspendidos y material flotante.
- Desinfección para cumplir los estándares de higiene.
- Control de pH.
- Dilución solamente cuando las aguas se reciclan internamente.

El sistema de tamizado de los residuos gruesos utiliza rejas o barras de acero. Esta remoción se hace manual o mecánicamente.

Las aguas de lavado y transporte de materia prima tienen una alta concentración de partículas gruesas. Si se remueven estas partículas mediante una cámara de arena, el agua puede ser reutilizada.

El método de estanques de sedimentación por gravedad puede ser usado para las aguas de procesos, las que pueden ser así recicladas, aunque tengan originalmente una alta concentración de sólidos suspendidos. Estos sólidos suspendidos también se pueden remover eficientemente por flotación con aire en estanques. Las burbujas de aire que ascienden ayudan a flotar a las pequeñas partículas, llevándolas a la superficie. Se forma una cubierta superficial, las cuales se pueden ser sacadas mecánicamente en forma continua o intermitentemente.

Por ejemplo, se han registrado valores promedios de la remoción de sólidos suspendidos, de agua de lavado de duraznos, por flotación por aire, del orden de 64 a 93%. La eficiencia depende de la carga superficial del sólido.

También se puede recircular agua controlando el pH; el crecimiento de bacterias puede ser inhibido manteniendo el pH cercano a 4.

#### 5.1.2. Tratamiento de aguas de proceso con alta concentración de contaminantes

Para un manejo óptimo de las aguas de pelado, blanqueado o de evaporadores, es conveniente mantenerlas, en lo posible, separadas por procesos. Las aguas del proceso de pelado con alto contenido orgánico soluble y sólidos pueden ser dispuestas directamente en granjas para alimentos de animales o como fertilizantes orgánicos. Ahora bien, si las aguas del proceso de pelado se van a mezclar con otros efluentes, primero debería removerse los sólidos, mediante un sistema de tamices, fijos o rotatorios.

Las aguas del proceso de blanqueado y del proceso de evaporación también tienen alto contenido de materia orgánica soluble. Es más económico tratar este tipo de efluentes en combinación con otros efluentes de otros procesos, ya que los flujos son relativamente pequeños.

En los procesos de descarozado, eliminación de fallas, pulpado y embalaje, el volumen de agua de proceso es pequeño comparado con el de los procesos antes descritos.

#### 5.1.3. Tratamientos de efluentes combinados

Las características de los efluentes (mezclados) de la industria de la fruta y hortalizas dependen de los productos, de los procesos de producción y del tratamiento previo de las aguas.

Debido a la alta concentración de contaminantes orgánicos biodegradables, los efluentes pueden ser adecuadamente tratados por métodos biológicos. Estos métodos incluyen filtración por escurrimiento, piscinas estabilizadoras, tratamiento con lodos activado y tratamiento anaeróbico. Las concentraciones de nitrógeno (N) y fósforo (P) de los efluentes depende del tipo de producto procesado. Para los tratamientos biológicos, puede ser necesario agregar nitrógeno (N) y fósforo (P), si la concentración de tales nutrientes es baja. La relación óptima de DBO:N:P para tratamientos biológicos aeróbicos es de 90:15:1 y para tratamientos anaeróbicos es de 350:5:1.

La Tabla N° 5.1 presenta las características básicas que pueden esperarse de efluentes líquidos, en plantas que utilizan los procesos de reducción de residuos descritos en el Capítulo N° 3.

**Tabla N° 5.1: Características promedio de los efluentes después de la reducción de residuos durante el proceso y antes del tratamiento final.**

COMPOSICION DEL EFLUENTE	CONTENIDO
• DBO <sub>5</sub>	4000 mg/lit
• DQO	10.000 mg/lit
• Ph	3,5 -11,0
• Sólidos suspendidos	180 mg/lit
<b>CARGA DEL DESECHO</b>	
• DBO <sub>5</sub>	15-30 kg/ton producto
• DQO	40-80 kg/ton producto
• Volumen de efluente	2,5-9 m <sup>3</sup> /ton producto

Fuente: (Ref: 9)

• **Tratamiento en la tierra - irrigación**

Después de un pretratamiento para la remoción de material grueso, sólidos suspendidos, material flotante y de un control del pH, los residuos industriales líquidos pueden tratarse mediante su aplicación en la tierra o irrigación. De este modo, el agua se purifica por filtración y biodegradación en el suelo. La aplicación a la tierra se puede realizar mediante uno de los siguientes métodos:

- Infiltraciones de lechos operados en forma intermitente.
- Flujo en tierra.
- Rociadores.

El diseño de este tipo de tratamiento depende del tipo de RIL y de las propiedades del suelo, por ejemplo, la permeabilidad. El tratamiento sólo se puede usar si existen terrenos suficientes para aplicar esta técnica. El agua resultante puede utilizarse para riego si se logran los estándares establecidos para dicha actividad.

A modo ilustrativo, para conservas de tomate se ha reportado en California un área de 24,3 Ha para un caudal de 9.500 m<sup>3</sup>/día, en terreno de arena fina con greda y 66,8 Ha para un caudal de 11400 m<sup>3</sup>/, en terreno de arcilla y greda (Ref. 12).

• **Lagunas de estabilización**

Los efluentes de la agroindustria pueden ser tratados en una serie de lagunas de estabilización, en las cuales los contaminantes orgánicos son biodegradados por microorganismos aeróbicos o anaeróbicos. Los pretratamientos no son necesarios si se usan lagunas de estabilización, ya que ellas tienen gran capacidad de degradación.

Las lagunas de estabilización pueden ser de los siguientes tipos:

- Lagunas anaeróbicas: la materia orgánica es biodegradada por bacterias anaeróbicas a gases como metano, ácido sulfhídrico, amoníaco y dióxido de carbono. Los sólidos sedimentados forman una capa de lodo en el fondo de la laguna y deben ser removidos

periódicamente. La eficiencia del tratamiento de lagunas anaeróbicas depende de la temperatura. La temperatura mínima es de alrededor de 15 °C y la óptima es de alrededor de 30 °C. Estas lagunas causan olores desagradables, por lo que deben ubicarse lejos de las áreas residenciales.

- Lagunas facultativas: los residuos orgánicos son biodegradados tanto por microorganismos aeróbicos como anaeróbicos. En las capas superficiales, tiene lugar la biodegradabilidad aeróbica; el oxígeno es entregado por algas o por turbulencias. En el fondo de la laguna se produce la biodegradabilidad anaeróbica y sedimentación.

El diseño de estas lagunas está determinado por la temperatura y las características del efluente. Existen fórmulas empíricas para calcular la velocidad de carga orgánica superficial de la laguna facultativa.

- Lagunas aireadas mecánicamente: estas lagunas se utilizan donde no hay suficiente espacio para una laguna facultativa. Existen dos tipos de lagunas aireadas mecánicamente: la laguna mixta aireada completamente y la laguna facultativa aireada.

En las lagunas mixtas aireadas completamente, el sistema es enteramente aeróbico. El efluente de las lagunas sedimenta en un estanque. En las lagunas facultativas aireadas sólo las capas superiores son aeróbicas. El material suspendido sedimentado en el fondo de estas lagunas es biodegradado anaeróbicamente. La aireación depende de la remoción de DBO requerida.

- **Tratamiento anaeróbico**

Puede ser ventajoso tratar residuos industriales de alta concentración orgánica en reactores anaeróbicos, ya que se requiere poco espacio y se produce biogás, que puede usarse como fuente de energía. Es, por lo tanto, una alternativa que debe ser estudiada con especial atención en el caso de la agroindustria chilena.

- **Lodos activados**

El proceso de lodos activados se efectúa en un reactor aeróbico, donde los residuos líquidos son mezclados con flóculos de microorganismos aeróbicos (lodos activados). Se consideran apropiados para efluentes con baja carga, ya que el sistema es más confiable, flexible y eficiente.

## 5.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UN TRATAMIENTO

La elección de un sistema de tratamiento para la industria de frutas y hortalizas dependerá de un gran número de factores y consideraciones económicas. Uno de los factores más importantes es la disponibilidad de espacio. Los estándares de descarga de los efluentes y la existencia de un sistema de alcantarillado son también elementos que deben tomarse en consideración. En general, los sistemas de tratamiento de bajo costo requieren gran cantidad de terreno.

La eficiencia de remoción de los diferentes sistemas de tratamientos más comunes para la industria procesadora de frutas y hortalizas se muestran en la Tabla N° 5.2.

**TABLA N° 5.2: Eficiencia de remoción de los diferentes sistemas de tratamiento.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>EFICIENCIA DE REMOCION DE DBO<sub>5</sub></b>	<b>EFICIENCIA DE REMOCION DE SOLIDOS SUSPENDIDOS</b>
Sedimentación o flotación	70%	25%
Coagulación química	80%	70%
Filtros gravitacionales	88%	90%
Lodo activado	93%	90%
Laguna de estabilización	90%	95%

**Fuente:** (Ref. 9).

### **5.3. TRATAMIENTOS Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

En este sector, prácticamente todos los residuos sólidos generados son reutilizables, sin embargo los lodos provenientes de las plantas de tratamiento de residuos líquidos industriales requieren de un análisis químico para determinar su posible reutilización.

Los residuos sólidos y los lodos generados en los tratamientos biológicos de los efluentes líquidos de la industria de frutas y hortalizas se pueden usar para dos propósitos: alimento para animales o fertilizantes orgánicos.

El exceso de lodos, resultante del tratamiento a los efluentes, puede ser tratado mediante una deshidratación en un filtro de prensa.

Los residuos de los procesos de pelado, pulpado, deshuesado y descaroado tienen alto valor nutritivo, debido a su elevado contenido de proteínas, hidratos de carbonos y grasas. Por este motivo, debe analizarse la posibilidad de utilizarlos directamente en empresas agrícolas cercanas. Otra utilización puede ser como fertilizantes orgánicos; para ello, es necesario deshidratarlos y estabilizarlos por compostación anaeróbica o aeróbica.

Cuando los residuos sólidos no pueden ser reutilizados, deben ser enviados a relleno sanitario. Sin embargo, se debe controlar el contenido de humedad de los residuos, para no provocar problemas en la operación del relleno.

Debido a que la gran mayoría de los residuos sólidos industriales generados en este sector, son residuos asimilables a residuos domiciliarios, esta práctica es considerada la más adecuada.

## 6. COSTOS DEL CONTROL DE LA CONTAMINACION

Como ya se señaló anteriormente, la selección del tratamiento más adecuado para reducir la emisión de contaminantes depende de varios factores. Así, por ejemplo, el tratamiento de residuos líquidos será de menor costo si se cuenta con un terreno más espacioso.

Por otra parte, las inversiones y costos de operación involucrados en sistemas de recuperación de contaminantes pueden afectar en forma importante a la rentabilidad de las empresas productivas, especialmente las de menor tamaño. En razón de ello, resulta de la mayor importancia la prevención, de modo de minimizar las necesidades de tratamiento de efluentes.

A continuación, a manera de referencia, se señalan algunos costos de tratamiento de contaminación en Holanda (Ref. 10), ellas se basan en un efluente de 220 m<sup>3</sup>/día, con una DBO de 800 mg/lit, y pueden tomarse como base para el tratamiento de residuos líquidos provenientes del procesamiento industrial de frutas y hortalizas.

### 6.1. COSTO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS

- Rejas y trampas de grasa (15% de reducción): US\$ 30.000
- Costo anual de operación: 7% de la inversión
- Sistema de rejas, estanque homogenizador y flotación (40% de reducción): US\$ 58.500
- Costo anual de operación: 12% de la inversión
- Lodos activados con baja carga (95% de reducción): US\$ 195.000
- Costo anual de operación: 23% de la inversión

La Tabla N° 6.1 presenta una comparación cualitativa de los costos y otros criterios para diferentes procesos de tratamiento de residuos líquidos.

**Tabla N° 6.1: Comparación de los diferentes sistemas de tratamiento.**

Criterios	Tratamiento al terreno o irrigación	Lagunas facultativas anaeróbicas	Lagunas aireadas mixtas aeróbicas	Flotación + rbc	Flotación + filtro por gravedad	Lodo activado oxidación en zanjas	Aeróbico Uasb + sistema Aeróbico
Costos de inversión	*	**	***	****	****	*****	*****
Costos operacionales	**	*	**	***	***	*****	**
Costos mantención	*	*	***	****	***	*****	****
Complejidad	*	*	***	****	****	*****	****
Consumo de energía	*	*	***	***	***	*****	**
Requerimiento de espacio	*****	****	***	*	*	**	**
Eficiencia remoción de BOD	**	****	****	*****	*****	*****	*****
Confiabilidad	**	***	***	****	****	**	****

\* Bajo  
\*\*\*\*\* Alto

## 6.2. COSTOS DE DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los costos de disposición final de los residuos sólidos industriales (asimilables a los domiciliarios) varían dependiendo de la zona geográfica. En la Región Metropolitana existen 2 rellenos sanitarios, autorizados para la recepción de residuos sólidos industriales asimilables a los domiciliarios. El costo de disposición varía entre los 10 - 20 US\$/ton, dependiendo del relleno.

En Holanda, los costos asociados a las actividades de disposición final son:

- Agricultura: US\$ 7,50 /ton
- Relleno sanitario: US\$ 19,50 /ton
- Compostado: US\$ 33 /ton

## 6.3. INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTIÓN AMBIENTAL

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) posee los siguientes instrumentos de apoyo financiero para que el sector industrial, principalmente la pequeña y mediana industria (PYME) introduzca medidas tendientes a mejorar la gestión 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 9.000 (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. SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD

En materia de salud y seguridad ocupacional, todas las industrias deben cumplir con requerimientos legales. Entre ellos, destaca contar con un Comité Paritario, tener contratados expertos en prevención de riesgos, tener redactado y difundido entre los trabajadores un Reglamento de Orden, Higiene y Seguridad y estar asociados a un Organismo Administrador del Seguro de Accidentes Laborales (Mutual). Estas entidades llevan las estadísticas de accidentes y cobran un cierto porcentaje dependiendo del número de trabajadores y del número de accidentes en el año, teniendo así cada empresa un seguro colectivo.

El cumplimiento de estos requerimientos, disminuye el riesgo de accidentes al interior de la industria, sin embargo siempre existe la posibilidad de involuntariamente producirse accidentes. Los problemas más comunes asociados a la salud ocupacional, que presenta el sector, son los siguientes (Ref. 8):

- Problemas en la piel y enfermedades, algunas veces de origen infeccioso, o por contacto con productos químicos como: ácidos, álcalis y detergentes.
- El manejo de azúcar y de vegetales como zanahorias, espárragos y frutas cítricas puede causar dermatitis.
- La exposición a residuos de insecticidas, fungicidas, parásitos de la tierra y antibióticos agregados a ciertas frutas y hortalizas pueden llegar a producir dermatitis y alergias.
- Los trabajadores a menudo presentan problemas en la espalda, debido al levantamiento de cargas pesadas, sin tomar las adecuadas posturas para ello.
- A veces se producen deterioros en la audición, por una exposición prolongada a excesivos ruidos de las maquinarias.

Las principales medidas recomendadas para prevenir los problemas de salud ocupacional son las siguientes:

- Cursos de entrenamiento para los trabajadores en las técnicas y principios de un trabajo seguro.
- Inmunización periódica de los trabajadores.
- Optimización de la higiene y lavado de los trabajadores.
- Mecanización de la carga pesada.

- Pisos ásperos para evitar resbalones.
- Optimización de las condiciones de trabajo, enfocada a áreas de trabajo climatizadas, lugares para descanso, vestidores y agua potable.
- Rotación de los trabajadores con problemas en la piel.
- Tratar de evitar el contacto con productos químicos, especialmente aquellos trabajadores con afecciones en la piel.
- Entrega de ropa y elementos adecuados (guantes, protectores auditivos, botas, etc.).
- Limpieza y esterilización de los equipos y el lugar de trabajo para conservar una higiene adecuada.
- Reducción del nivel de ruidos (encerramiento de las fuentes) y control periódico de niveles de presión sonora en los lugares de trabajo.
- Iluminación adecuada, ventilación, temperatura, etc.

## 8. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA

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 Todo el Territorio Nacional.  
Repartición : 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 Secretaria 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 Calles 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>1</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>1</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 respecto de la instalación de una industria nueva o de la modificación de una ya existente. Según lo establecido en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente, y en su respectivo reglamento N° 30/97, éstas deben someterse al 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 una declaración de impacto ambiental.

La ventaja de este sistema radica en que, habiéndose efectuado la evaluación ambiental, y concluido con una resolución que califica favorablemente el proyecto, ningún organismo del estado podrá negar los permisos sectoriales por razones de tipo ambiental. Adicionalmente, para la instalación de una industria, en general, ésta debe obtener los siguientes certificados y permisos:

- Calificación técnica de actividades industriales (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.

En el caso de las industrias que iniciaron sus funciones con anterioridad a 1992, éstas deben obtener un certificado de calificación técnica, para verificar que están de acuerdo con el Plan Regulador de Santiago. Estas industrias deben ser mucho más cuidadosas en el cumplimiento de las normativas vigentes y aplicables.

En este contexto y en base a la normativa y regularizaciones ambientales desarrolladas en el punto anterior, a continuación se listan los permisos requeridos y las autoridades competentes, atendiendo a su localización, los impactos ambientales generados; y los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales.

### 9.1. PERMISOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS

En áreas urbanas con instrumento de ordenamiento territorial

- Permiso de construcción otorgado por la *Dirección de Obras Municipales*.

*Requisitos:*

⇒ Calificación técnica del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.

En áreas urbanas sin instrumento de ordenamiento territorial

- Permiso de construcción otorgado por la *Dirección de Obras Municipales*.  
*Requisitos:*  
⇒ Calificación técnica del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.  
⇒ Informe previo de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.

En áreas rurales

- Permiso de construcción otorgado por la *Dirección de Obras Municipales*.  
*Requisitos:*  
⇒ Informe del Servicio Agrícola y Ganadero.  
⇒ Informe de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo.  
⇒ Informe de la Comisión Mixta de Agricultura, Vivienda y Urbanismo, Bienes Nacionales y Turismo.

## 9.2. PERMISOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA 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.
- Anteproyectos de medidas de control de contaminación del aire, manejo de residuos industriales líquidos, manejo de residuos industriales sólidos y control de ruidos.
- Anteproyectos de medidas de control de riesgos y molestias a la comunidad.

Este certificado se debe solicitar cuando la industria aún no se construye, y sólo se cuenta con el proyecto de ingeniería básica y algunos componentes con ingeniería de detalles.

## 9.3. PERMISO MUNICIPAL DE EDIFICACIÓN

Para solicitar permiso de edificación o modificación física de la planta, la *Municipalidad* respectiva solicita un listado de documentos que se deben adjuntar, y que deben solicitarse en las diferentes reparticiones de los servicios:

- Patente profesional al día.
- Informe de calificación técnica del Servicio de Salud del Ambiente (SESMA) o en los Servicios de Salud Jurisdiccionales.
- Factibilidad de agua potable (en el prestador de servicio al cual se le deberá presentar un Proyecto).

- Certificado sobre la calidad de los residuos industriales líquidos de la SuperIntendencia de Servicios Sanitarios (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 el número de trabajadores separados por sexo.
- Plano señalando sistema de prevención de riesgos, salidas de emergencia y extintores.
- Plano general de la planta, señalando estacionamientos y áreas verdes.
- Planos de arquitectura con verificación e indicación de los sistema de ventilación.

#### **9.4. INFORME SANITARIO**

Para la obtención de una evaluación de informe sanitario, se deben retirar las solicitudes y formularios pertinentes, en la oficina del Servicio de Salud del Ambiente (SESMA), llenarlos y devolverlos exclusivamente al SESMA. Para obtener el informe sanitario, el industrial debe cumplir los siguientes requisitos:

- Solicitud de informe sanitario de la industria (SESMA).
- Declaración simple de capital propio inicial.
- Instructivos sobre exigencias generales y específicas para el rubro respectivo.

Una vez llenada la solicitud, ésta se presenta con los siguientes antecedentes:

- Clasificación de zona, informada por la Municipalidad de la comuna donde se encuentra el establecimiento (Dirección de Obras Municipales).
- Informe de cambio de uso de suelos (Servicio Agrícola Ganadero).
- Pago.
- Inspección del local, para verificación del cumplimiento de los requisitos.

Se deben cumplir una serie de requisitos y exigencias generales que dicen relación con los requerimientos sanitarios y ambientales básicos de los lugares de trabajo, y es así que al momento de presentar el certificado de informe sanitario, se debe acreditar los siguientes antecedentes, conforme se trate:

##### **9.4.1. Actividad, proceso y establecimiento**

- Certificado de calificación técnica, previo a la edificación.
- Flujograma de procesos de actividades.
- Plano local, con distribución de máquinas y propiedades colindantes.
- Plano de distribución de maquinarias.
- Certificado de recepción del local.

#### 9.4.2. Instalaciones sanitarias

- Plano de agua potable pública.
- Plano de alcantarillado público.
- Comprobante de pago de agua potable y alcantarillado red pública (Empresa Sanitaria).
- Autorización sanitaria (Resolución de recepción), de instalación y funcionamiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado particular, cuando no exista red pública (SESMA).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos. La autoridad competente es la SuperIntendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Los Servicios de Salud solicitarán una Resolución de Puesta en Explotación del sistema de tratamiento de residuos industriales líquidos que otorga la SISS.
- Autorización de aprobación de declaración, transporte/tratamiento y disposición de residuos industriales sólidos (SESMA-PROCEFF).
- Resolución de autorización sanitaria para la instalación y funcionamiento del casino y comedores, para empresas sobre 25 empleados (Programa Control de Alimentos del SESMA).

#### 9.4.3. Instalaciones de energía

- Certificados de instaladores registrados en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, de las instalaciones eléctricas y de gas (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Certificados de estanques de combustibles líquidos (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Certificados de estanques de gas licuado (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).

#### 9.4.4. Equipos de vapor, agua caliente y radiación ionizante

- Certificados de revisiones y pruebas de generadores de vapor (SESMA-PROCEFF).
- Certificados y pruebas de autoclaves (SESMA-PROCEFF).
- Informe de muestreos isocinéticos de material particulado de fuentes fijas (calderas, hornos, etc.), cuando corresponda (Empresa Registrada).
- Certificados de operadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).

#### 9.4.5. Operadores calificados

- 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).

#### 9.4.6. Organización de prevención de riesgos para los trabajadores

- Informe de detección, evaluación y control de riesgos (Mutual de Seguridad y SESMA).
- Oficio de aprobación del Reglamento Interno de Higiene y Seguridad (SESMA).
- Acta de Constitución Comité Paritario de Higiene y Seguridad, sobre 25 trabajadores (Inspección del Trabajo de la Dirección del Trabajo).
- Contrato de experto en Prevención de Riesgos cuando corresponda (sobre 100 trabajadores).
- Comprobante de pago de cotizaciones de seguro, según Ley N° 16.744 (Mutual de Seguridad e Instituto de Normalización Previsional).

El Informe Sanitario tiene carácter de obligatorio para todas las empresas, y se debe solicitar una vez iniciada las actividades de producción de la industria, es decir, cuando la industria *ya se encuentra operativa*. En el caso de tener Informe Sanitario desfavorable, es preciso regularizar la situación (arreglar las falencias) lo más rápido posible y solicitarlo nuevamente, 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.

### 9.5. PATENTE MUNICIPAL

La patente municipal definitiva la otorga la Municipalidad respectiva, con la resolución favorable del informe o autorización sanitaria, emitida por el Servicio de Salud del Ambiente (SESMA), de acuerdo al artículo 83 del Código Sanitario.

### 9.6. ANTECEDENTES GENERALES DE CUMPLIMIENTO

Los aspectos más relevantes que se deben considerar en el rubro de procesadores de frutas y hortalizas, para el cumplimiento de las normativas vigentes, y su fiscalización, son las siguientes:

#### 9.6.1. Residuos industriales líquidos

Se debe dar cumplimiento al Reglamento N 351/92 para neutralización y depuración de los residuos líquidos industriales. El *decreto* que autoriza el sistema de neutralización y/o depuración de los residuos industriales líquidos, fija el caudal de los efluentes tratados, los parámetros, sus valores máximos y rangos de tolerancia para la descarga de dichos efluentes, además de la forma y frecuencia de los informes del organismo fiscalizador.

Una vez promulgado el decreto de aprobación de la planta de tratamiento de residuos industriales líquidos, existe un período de prueba de 18 meses, en el cual se monitorea la calidad del efluente trimestralmente. Transcurrido ese período, la autorización es definitiva siempre que se cumpla con la normativa vigente. No está definido un seguimiento posterior (monitoreo) a esta fecha, de la calidad del efluente de salida de la planta de tratamiento.

#### 9.6.2. Residuos industriales sólidos

Las exigencias particulares que deben cumplir estos residuos son:

- Información al Servicio de Salud acerca de la cantidad y calidad de los residuos que se generarán.
- Autorización sanitaria para el almacenamiento de residuos sólidos industriales en el propio predio industrial.
- Autorización sanitaria respecto de los sitios de disposición final de residuos sólidos.
- Autorización sanitaria respecto de los sistemas de transportes de residuos sólidos industriales.
- Autorización sanitaria respecto de cualquier lugar destinado a la transformación de residuos sólidos industriales.

#### 9.6.3. Emisiones atmosféricas

Las calderas deben contar con los informes de muestreos isocinéticos de material particulado realizado por una empresa registrada en PROCEFF.

#### 9.6.4. Organización de prevención de riesgos para los trabajadores

Se debe contar con las medidas recomendadas para la salud ocupacional y las de seguridad ocupacional.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La industria procesadora de frutas y hortalizas presenta un amplio abanico de posibilidades para la reducción de la producción de residuos. Las principales medidas son:

- El uso de la materia prima más limpia.
- Reducción del uso de agua.
- La recirculación y reuso de las aguas de proceso.
- La modificación de los sistemas de producción.

La integración de la gestión ambiental y de la gestión de calidad pueden facilitar la implantación de estas medidas.

Los residuos finales de esta industria pueden tratarse con cualquiera de los tratamientos biológicos existentes. La fracción orgánica de los residuos sólidos puede, a veces, utilizarse en la producción de alimento para animales o de compost.

Los costos del control de la contaminación pueden afectar negativamente la rentabilidad de esta actividad especialmente en las industrias más pequeñas. Las inversiones por este concepto pueden ser más costo-efectivas cuando el período de operación de la planta es más largo. La mayor conveniencia parece ser la de reducir en cuanto sea posible el uso de agua.

La contaminación atmosférica y la contaminación acústica son problemas menores en esta actividad industrial, con la excepción de algunos procesos o productos que pueden generar olores molestos.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. CORFO, Prospecciones y Transformaciones de Tecnologías para el Procesamiento Agroindustrial, Mayo 1991.
2. Informe Sectorial 1991 FISA. Sector Agroindustrial Chileno. Perspectivas y Requerimientos de Tecnologías. Bienes de Capital e Insumos.
3. Informe Sectorial 1990. FISA. Sector Agroindustrial Chileno. Perspectivas y Requerimientos de Tecnologías, Bienes de Capital e Insumos.
4. FAO, Anuario Comercial 1990.
5. Cruess, M.V.; Commercial Fruit and Vegetable Products, Vol. 1 y 2, 4ª Ed., Mc Graw Hill Book Co., N.Y., 1958.
6. Jones H.R.; Waste Disposal Control in the Fruit and Vegetable Industry, Noyes Data Corporation, New Jersey, 1973.
7. Economopoulos A., Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution, World Health Organization, Geneva, 1993.
8. The World Bank, Occupational Safety and Health Guidelines, Environmental Department, 1988.
9. The World Bank, Industrial Pollution Prevention and Abatement Guidelines: Fruit and Vegetable Industry. BKH Consulting Engineers. 1994.
10. Instituto Nacional de Normalización-INN, Sistema de Gestión Ambiental, ISO 14.001, 1996.
11. Confederación de la Producción y el Comercio, Organización Internacional del Trabajo, Impacto de las Normas ISO 14.000 en los Mercados y en la Gestión de las Empresas Chilenas, 1996.
12. Jacobo Homsí A., Tratamiento de Residuos Industriales líquidos, Módulo Contaminación de Aguas Curso de Especialización en Contaminación Ambiental, Universidad de Chile 1996.