

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

ESTACIONES DE SERVICIO

**SANTIAGO
JUNIO DE 1999**

INDICE

| | Página |
|--|-----------|
| 1 INTRODUCCION | 1 |
| 2 ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD..... | 2 |
| 2.1 ESTADISTICAS DE LA ACTIVIDAD..... | 2 |
| 2.2 ACTIVIDADES ASOCIADAS..... | 3 |
| 2.2.1 <i>Estanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles</i> | 5 |
| 2.2.2 <i>Unidades de Suministro de Combustibles</i> | 5 |
| 2.2.3 <i>Lavado de Automóviles</i> | 6 |
| 2.2.4 <i>Mantenimiento y Reparación de Automóviles</i> | 6 |
| 2.2.5 <i>Insumos y Materias Primas</i> | 6 |
| 3 GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES | 7 |
| 3.1 IDENTIFICACION DE LAS FUENTES GENERADORAS DE IMPACTO..... | 7 |
| 3.1.1 <i>Emisiones Atmosféricas</i> | 7 |
| 3.1.2 <i>Residuos Líquidos</i> | 11 |
| 3.1.3 <i>Residuos Sólidos</i> | 11 |
| 3.1.4 <i>Generación de Ruidos</i> | 12 |
| 3.1.5 <i>Olores</i> | 12 |
| 3.2 ESTIMACION GLOBAL DE RESIDUOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL..... | 13 |
| 3.2.1 <i>Emisiones Atmosféricas</i> | 13 |
| 3.2.2 <i>Residuos Líquidos</i> | 15 |
| 3.2.3 <i>Residuos Sólidos</i> | 18 |
| 3.2.4 <i>Olores</i> | 19 |
| 3.2.5 <i>Ruidos</i> | 19 |
| 4 PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION Y OPTIMIZACION DE PROCESOS | 21 |
| 4.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN..... | 21 |
| 4.1.1 <i>Procedimientos Operacionales</i> | 21 |
| 4.1.2 <i>Prevención de las Pérdidas</i> | 22 |
| 4.1.3 <i>Manejo de Materias Primas y Residuos</i> | 23 |
| 4.1.4 <i>Medidas de Prevención para Residuos Específicos</i> | 24 |
| 4.1.5 <i>Olores</i> | 26 |
| 4.1.6 <i>Ruidos</i> | 26 |
| 5 METODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION | 27 |
| 5.1 MÉTODOS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS..... | 27 |
| 5.2 RESIDUOS LÍQUIDOS..... | 33 |
| 5.2.1 <i>Sistemas de Control para Residuos Líquidos</i> | 33 |
| 5.2.2 <i>Sistema de Recirculación de Agua de Lavado de Automóviles</i> | 34 |
| 5.2.3 <i>Aguas Servidas Domésticas</i> | 35 |
| 5.3 RESIDUOS SÓLIDOS..... | 35 |
| 5.4 RUIDOS..... | 37 |
| 6 ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION | 39 |
| 6.1 INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN..... | 39 |
| 6.2 INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DE MEDIDAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN..... | 39 |
| 6.2.1 <i>Emisiones Atmosféricas. Reducción de Emisiones Evaporativas en Estaciones de Servicio</i> | 39 |

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 6.2.2 | <i>Residuos Líquidos</i> | 40 |
| 6.2.3 | <i>Residuos Sólidos</i> | 42 |
| 6.2.4 | <i>Ruidos</i> | 43 |
| 7 | SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL | 45 |
| 7.1 | INTRODUCCIÓN..... | 45 |
| 7.2 | PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS Y TÓXICOS..... | 46 |
| 7.3 | NIVELES DE RUIDO..... | 46 |
| 7.4 | CONTROL DE RIESGOS..... | 47 |
| 7.5 | PROTECCION DE LOS TRABAJADORES..... | 47 |
| 7.5.1 | <i>Identificación de los Riesgos</i> | 48 |
| 7.5.2 | <i>Instrucciones y Procedimientos de Operación</i> | 49 |
| 7.5.3 | <i>Áreas de Capacitación</i> | 51 |
| 7.5.4 | <i>Elementos y Equipos Básicos para la Seguridad</i> | 51 |
| 8 | LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA | 52 |
| 8.1 | NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS..... | 52 |
| 8.2 | NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS..... | 53 |
| 8.3 | NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS..... | 55 |
| 8.4 | NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS..... | 56 |
| 8.5 | NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS..... | 57 |
| 8.6 | NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL..... | 58 |
| 8.7 | NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN..... | 61 |
| 8.7.1 | <i>Normas Relativas al Agua</i> | 61 |
| 8.7.2 | <i>Normativas de Salud y Seguridad Ocupacional</i> | 61 |
| 9 | PROCEDIMIENTOS DE OBTENCION DE PERMISOS (AUTORIZACIONES), CONTENIDO Y FISCALIZACION | 64 |
| 9.1 | PERMISOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS..... | 65 |
| 9.2 | PERMISOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CALIFICACIÓN TÉCNICA..... | 65 |
| 9.3 | PERMISO MUNICIPAL DE EDIFICACIÓN..... | 66 |
| 9.4 | INFORME SANITARIO..... | 66 |
| 9.4.1 | <i>Actividad, Proceso y Establecimiento</i> | 67 |
| 9.4.2 | <i>Instalaciones Sanitarias</i> | 67 |
| 9.4.3 | <i>Instalaciones de Energía</i> | 67 |
| 9.4.4 | <i>Equipos de Vapor, Agua Caliente y Radiación Ionizante</i> | 68 |
| 9.4.5 | <i>Operadores Calificados</i> | 68 |
| 9.4.6 | <i>Organización de Prevención de Riesgos para los Trabajadores</i> | 68 |
| 9.5 | PATENTE MUNICIPAL..... | 69 |
| 9.6 | ANTECEDENTES GENERALES DE CUMPLIMIENTO..... | 69 |
| 9.6.1 | <i>Residuos Industriales Líquidos</i> | 69 |
| 9.6.2 | <i>Residuos Industriales Sólidos</i> | 69 |
| 9.6.3 | <i>Emisiones Atmosféricas</i> | 70 |
| 9.6.4 | <i>Organización de Prevención de Riesgos para los Trabajadores</i> | 70 |
| 10 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 71 |
| 11 | BIBLIOGRAFIA | 74 |
| ANEXO 1 | Norma de descarga de efluentes a sistemas de alcantarillado | |

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 y con el propósito de promocionar un desarrollo industrial sustentable, la Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA, ha venido desarrollando una serie de instrumentos entre los que se encuentran las Guías Técnicas para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. 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 han sido seleccionados 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 las Estaciones de Servicio. 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 en conjunto con una contraparte técnica conformada por: CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente y las Asociaciones de Industriales de cada rubro estudiado. La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de CONAMA, Dirección Región Metropolitana.

La presente guía para el control y prevención de la contaminación industrial en el rubro Estaciones de Servicio, ha sido elaborada por la Unidad de Residuos de CONAMA RM, en base a un estudio realizado por el Centro Nacional del Medio Ambiente – CENMA.

1 INTRODUCCION

Las actividades desarrolladas por las Estaciones de Servicio, que se encuentran agrupadas bajo la calificación industrial CIU 6200 perteneciente al comercio al por menor, corresponden básicamente al expendio de combustibles (gasolina, diesel y kerosene) al público. En algunos casos también incluyen servicios anexos como lavado de vehículos, reparaciones menores, cambios de aceite, minimarket y/o venta de comida rápida.

El transporte y venta de combustibles involucra una serie de operaciones. El petróleo crudo es transportado desde los pozos petroleros a las refinerías mediante barcos, trenes de transporte y tuberías. Los productos refinados son transportados a los terminales de almacenamiento de combustibles e industrias petroquímicas por las mismas vías. Desde el terminal de almacenamiento los combustibles son derivados mediante camiones tanque a las estaciones de servicio. El destino final de la gasolina es generalmente el estanque de combustible de los vehículos.

Existen en el país siete empresas que producen, almacenan y transportan combustibles, y seis empresas distribuidoras de combustibles líquidos, las cuales son responsables de las estaciones de servicio a lo largo del país.

El presente estudio está enfocado sólo a las estaciones de servicio, es decir a la última etapa de la venta de combustibles, y no contempla el transporte ni almacenamiento en los terminales.

La venta total de combustibles asociados las estaciones de servicio, en el año 1997, es en todo el país de 8.056.285 metros cúbicos año; de éstos 2.794.907 metros cúbicos año se venden en la Región Metropolitana, a través de aproximadamente 483 estaciones de servicio. De éstas aproximadamente 423 se encuentran en el sector urbano, y aproximadamente 60 en el sector suburbano.

2 ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD

2.1 ESTADISTICAS DE LA ACTIVIDAD

El transporte y expendio de combustibles líquidos incluye una variada gama de operaciones:

- Carga y descarga.
- Almacenamiento, intermedio y final.
- Transporte, en camiones, ferrocarril, barcos y oleoductos.
- Expendio final.

El presente estudio dice relación con la última etapa de las operaciones, que es el expendio de combustible al usuario final. Por tanto la estación de servicio no es una actividad productora, sino que como lo indica su nombre, entrega un servicio.

La producción de combustibles es de responsabilidad de las empresas que producen, almacenan y transportan combustibles. En el país existen siete (7) empresas productoras de combustibles. Por otro lado, las empresas que se encargan de la distribución de los combustibles a lo largo del país son seis (6), las cuales son responsables de las estaciones de servicio. De acuerdo con estadísticas disponibles, en el año 1994-1995, las estaciones de servicio en la Región Metropolitana ascendían a 483.

Los combustibles líquidos que se comercializan a través de las estaciones de servicio, son:

- Gasolina sin plomo, de 97, 95 y 93 octano.
- Gasolina con plomo, de 93, 91 y 81 octano.
- Petróleo diesel.
- Kerosene.

Las ventas nacionales de gasolina sin plomo y con plomo en el año 1997, alcanzaron a 1.587.418 m³ y 1.552.195 m³, respectivamente; y las ventas de diesel fueron de 4.916.672 m³, lo cual hace un total de 8.056.285 m³. Por otro lado, las estadísticas de ventas del kerosene doméstico indican que en el año 1995 ascendieron a 360.100 m³; no se cuenta con datos más recientes de las ventas de kerosene.

Con respecto a la Región Metropolitana, las ventas de gasolina sin plomo y con plomo durante 1997 ascendieron a 793.831 m³ y 615.996 m³, respectivamente, y corresponde a aproximadamente a un 50 % y 40 % de las ventas nacionales para cada tipo de gasolina. Las ventas de diesel alcanzaron, en el mismo periodo, un total de 1.385.080 m³, y corresponde a un 28 % de las ventas nacionales. El total de ambos tipos de combustible asciende a 2.794.907 m³. La venta de kerosene en la Región Metropolitana en el año 1995, fue de 228.538 m³, con una participación aproximada del 63 % del total del país.

Las estadísticas de ventas para la Región Metropolitana de los cuatro tipos de combustibles indicados, se entregan en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1: Ventas Anuales en la Región Metropolitana 1995-1998 (m³)

| TIPO DE COMBUSTIBLE | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 (*) |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Gasolina 130-110 | 3,272 | 3,133 | 3,255 | 1,783 |
| Gasolina 97 sin plomo | 99,072 | 204,579 | 342,152 | 213,422 |
| Gasolina 95 sin plomo | 57,671 | 84,965 | 151,591 | 85,501 |
| Gasolina 93 sin plomo | 268,366 | 274,394 | 300,088 | 149,979 |
| Total Gasolina sin plomo | 425,109 | 563,938 | 793,831 | 448,902 |
| Gasolina 93 con plomo | 819,017 | 657,582 | 612,207 | 255,718 |
| Gasolina 91 con plomo | 5,033 | 5,546 | 3,728 | 1,223 |
| Gasolina 81 con plomo | 198 | 142 | 61 | 0 |
| Total Gasolina con plomo | 824,248 | 663,270 | 615,996 | 256,941 |
| Petróleo Diesel | 1,100,318 | 1,164,181 | 1,385,080 | 858,581 |
| Kerosene Doméstico | 228,538 | s/i(**) | s/i | s/i |

Fuente: Comisión Nacional de Energía, contacto personal de CENMA.

(*) Ventas de Enero - Junio

(**) No se cuenta con estadísticas desagregadas y actualizadas.

2.2 ACTIVIDADES ASOCIADAS

La principal actividad de una estación de servicio, es la venta de combustibles líquidos. En algunos casos incluye servicios complementarios como lavado (carrocería, motor y chasis), lubricación y engrase, así como mantención sencilla de vehículos (cambio de aceite y de filtros, recauchaje, etc.), o servicios de venta de comestibles y minimarket.

Actividad principal

La operación principal de la estación de servicio comienza con el llenado de los estanques subterráneos de almacenamiento de combustible; y la posterior venta de estos combustibles a los usuarios finales, mediante el llenado de los estanques de los automóviles o vehículos mayores.

En general, el combustible se entrega a las estaciones de servicio en camiones-tanques de 30 m³ o menores, y la carga se realiza a través de la manga del camión.

Por su lado, el llenado de los estanques de los automóviles se efectúa en las unidades de suministro mediante dispensadores.

Instalaciones

Para el desarrollo de sus actividades los establecimientos cuentan con las siguientes instalaciones básicas:

- Estanques subterráneos de almacenamiento de combustibles.
- Islas con dispensadores para el expendio de combustibles, o unidades de suministro.
- Sala de ventas, bodegas, oficinas y servicios higiénicos.
- Patio de servicio.
- Playa de estacionamientos.
- Areas verdes.
- Accesos.

Las instalaciones cuentan además con:

- Tuberías entre los estanques y los surtidores de combustible;
- Respiradores para venteo de vapores (gases) generados en los estanques de almacenamiento de combustibles;
- Sistemas de recuperación de vapores (en estaciones de servicio modernas); y
- Cámaras separadoras de sólidos, aceites y grasas, para el control de los efluentes que se vierten al sistema de alcantarillado.

Las estaciones de servicio que ofrecen algunos servicios anexos como el servicio de lavado, mantención o venta de comida rápida y minimarket, cuentan con algunos de las siguientes instalaciones adicionales:

- Compresor y red de aire comprimido.
- Lavadora de automóviles de operación manual o automática y lavado con vapor.
- Construcciones para servicios de mantención, garaje, pozo y/o elevador hidráulico.
- Construcciones para venta de comida y servicio de minimarket.

A continuación se entregan las características básicas, y reglamentadas, de las instalaciones principales de las estaciones de servicio.

2.2.1 Estanques Subterráneos de Almacenamiento de Combustibles

Los estanques subterráneos de almacenamiento de combustibles deben ser construidos de acuerdo a las disposiciones emanadas del Decreto N° 90 de 1996 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Deben ser diseñados y construidos de acuerdo a prácticas reconocidas de ingeniería, utilizándose materiales compatibles con el combustible almacenado; y deben cumplir con las normas nacionales, o a falta de ellas con normas extranjeras reconocidas.

El diseño de los estanques debe considerar, entre otras solicitudes, presiones máximas de operación, posibilidades que se produzca vacío interior, sismos, vientos y los esfuerzos originados por los soportes y tuberías. Deben contar con sistemas de venteo; sistema de prevención de derrames; soportes, anclajes y fundaciones; prevención de sobrellenado; protección contra incendios; y la identificación calar del tipo de combustible. El sistema de tuberías también debe cumplir con la norma nacional, o a falta de ellas con normas extranjeras reconocidas.

Referente a la normativa extranjera, el Decreto N°90 establece en el Capítulo 1, que *"la seguridad efectiva se obtendrá con el adecuado diseño, construcción, operación, inspección y mantención de las instalaciones y equipos; labores que deberán realizarse de acuerdo a las prácticas reconocidas de ingeniería y conforme a las normas técnicas nacionales, y a falta de éstas, a las normas, códigos, especificaciones, publicaciones, prescripciones y recomendaciones técnicas extranjeras, aceptadas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, como por ejemplo: API, ANSI, ASME, ASTM, BS, DIN, DOT, EPA, EN, HSE, IEEE, NACE, NEMA, NFPA, OCIMF, OSHA, TRbF, UL, VDE. En todo caso, deberá darse cumplimiento a las normas mínimas de seguridad que se establecen en este reglamento"*.

2.2.2 Unidades de Suministro de Combustibles

La unidad de suministro o surtidor es el conjunto de elementos que permiten el expendio de combustibles al público, formado en general, por la pistola, mangueras, totalizador, medidor, bomba y motor, separador y eliminador de gases.

Las unidades de suministro deben cumplir con las normas nacionales existentes o, a falta de ellas, con normas y especificaciones técnicas extranjeras reconocidas internacionalmente, como se detalla en el punto 2.2.1.

Los surtidores deben ubicarse de manera que permitan que los vehículos que estén siendo abastecidos, queden completamente dentro del recinto del establecimiento.

2.2.3 Lavado de Automóviles

En las estaciones de servicio que se lavan automóviles, se utilizan dos tipos de sistemas: el manual y el automático. El lavado manual incluye generalmente lavado de carrocería, chasis y motores, y el lavado se realiza a mano o con sistemas a presión.

Dentro del lavado automático existen: el lavado a vapor, y el lavado con cepillos cilíndricos; este último es el más común. El lavado automático consiste básicamente en un pre-lavado con detergente y desengrasante; un lavado principal con detergente y escobilla; y el enjuague final.

Los sistemas de lavado automático con alto consumo de agua, pueden instalar sistemas de recirculación de agua, previo tratamiento de filtración, con buenos resultados.

Las aguas de lavado de automóviles son evacuadas a los sistemas públicos de alcantarillado; en algunos casos previo tratamiento de ellas.

2.2.4 Mantenición y Reparación de Automóviles

Las operaciones más comunes realizadas en las estaciones de servicio referente a mantenciones y reparaciones, son cambios de lubricantes y líquidos de frenos; mantención de radiador y frenos, cambio de baterías; y eventualmente reparaciones mecánicas, en las cuales se utiliza solventes.

2.2.5 Insumos y Materias Primas

Los insumos y materias primas utilizados en las estaciones de servicio, son los siguientes:

- Diferentes tipos de combustibles: gasolina, diesel y kerosene.
- Lubricantes y aceites para motores.
- Solventes
- Agentes desengrasantes, detergentes, ceras, etc.
- Agua para el lavado de carrocería y motores.
- Energía (energía eléctrica y combustibles).
- Aire comprimido.
- Productos de aseo en general.

3 GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES

3.1 IDENTIFICACION DE LAS FUENTES GENERADORAS DE IMPACTO

El expendio de combustibles líquidos genera emisiones evaporativas (compuestos orgánicos volátiles - COV), residuos líquidos, residuos sólidos, olores, y ruidos.

A continuación se entregan las fuentes responsables de estas emisiones.

3.1.1 Emisiones Atmosféricas

Las emisiones atmosféricas por la evaporación de hidrocarburos, principalmente compuestos orgánicos volátiles (COV), se producen en:

- a. La estación de servicio durante el llenado y respiración de los estanques subterráneos de almacenamiento de combustible; y
- b. Los estanques de los automóviles por pérdidas durante el llenado.

a) *Estaciones de Servicio*

En la Figura N° 1 se muestra la descarga del camión a la estación de servicio con traspaso de vapores.

La mayor fuente de emisiones evaporativas es el llenado de los estanques subterráneos. Las emisiones se generan cuando los vapores de gasolina en el estanque son desplazados a la atmósfera por la gasolina que está siendo descargada. La cantidad de emisiones depende de varios factores: el método y tasa de llenado, la configuración del tanque y la temperatura, presión de vapor y composición de la gasolina.

Otra fuente de emisión es la respiración de estanques subterráneos. Estas ocurren diariamente y son atribuibles a cambios en la presión barométrica.

Finalmente se producen emisiones por derrames de combustibles y posterior secado evaporativo debido a rebalses, chorreo de mangueras o circunstancias operativas.

Las mayores emisiones evaporativas en las estaciones de servicio son producidas por la gasolina. El petróleo diesel y kerosene, por tener presiones de vapor muy bajas, no evaporan considerablemente.

b) Llenado de Estanques de Automóviles

Las emisiones se producen por dos procesos: desplazamiento de vapores desde el estanque del automóvil por la gasolina cargada; y por derrames. La cantidad de vapores desplazados depende de la temperatura de la gasolina, la temperatura del estanque del automóvil, la presión de vapor Reid¹ de la gasolina, y la tasa de llenado del estanque. Las pérdidas por derrame dependen de varios factores incluyendo el tipo de estación de servicio, la configuración del estanque del vehículo y la técnica del operador.

Para diferenciar los puntos de generación de emisiones, la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos (U.S.E.P.A.), estableció una nomenclatura que designó como Estado I A ("Stage I A) al equipo o sistema utilizado para controlar las emisiones de las refinerías y todo el sistema de carguío para camiones; el utilizado para controlar las emisiones en la descarga desde los camiones hacia los estanques de las estaciones de servicio se denomina Estado I B ("Stage I B), y aquellos utilizados para el control durante la carga en los automóviles se conoce como Estado II ("Stage II").

En la Figura N° 2 se muestra un esquema del sistema de recuperación de vapores para el llenado de los vehículos. Estas tecnologías son en general utilizadas por los grandes distribuidores de combustibles en el mundo, y también en nuestro país.

¹ Presión de vapor Reid: presión absoluta a 37.8 °C en kilopascales. Difiere de la presión de vapor verdadera de la muestra, debido a pequeñas evaporaciones de la muestra y a la presencia de vapor de agua y aire en los espacios confinados. Se determina con el Método ASTM D323-94.

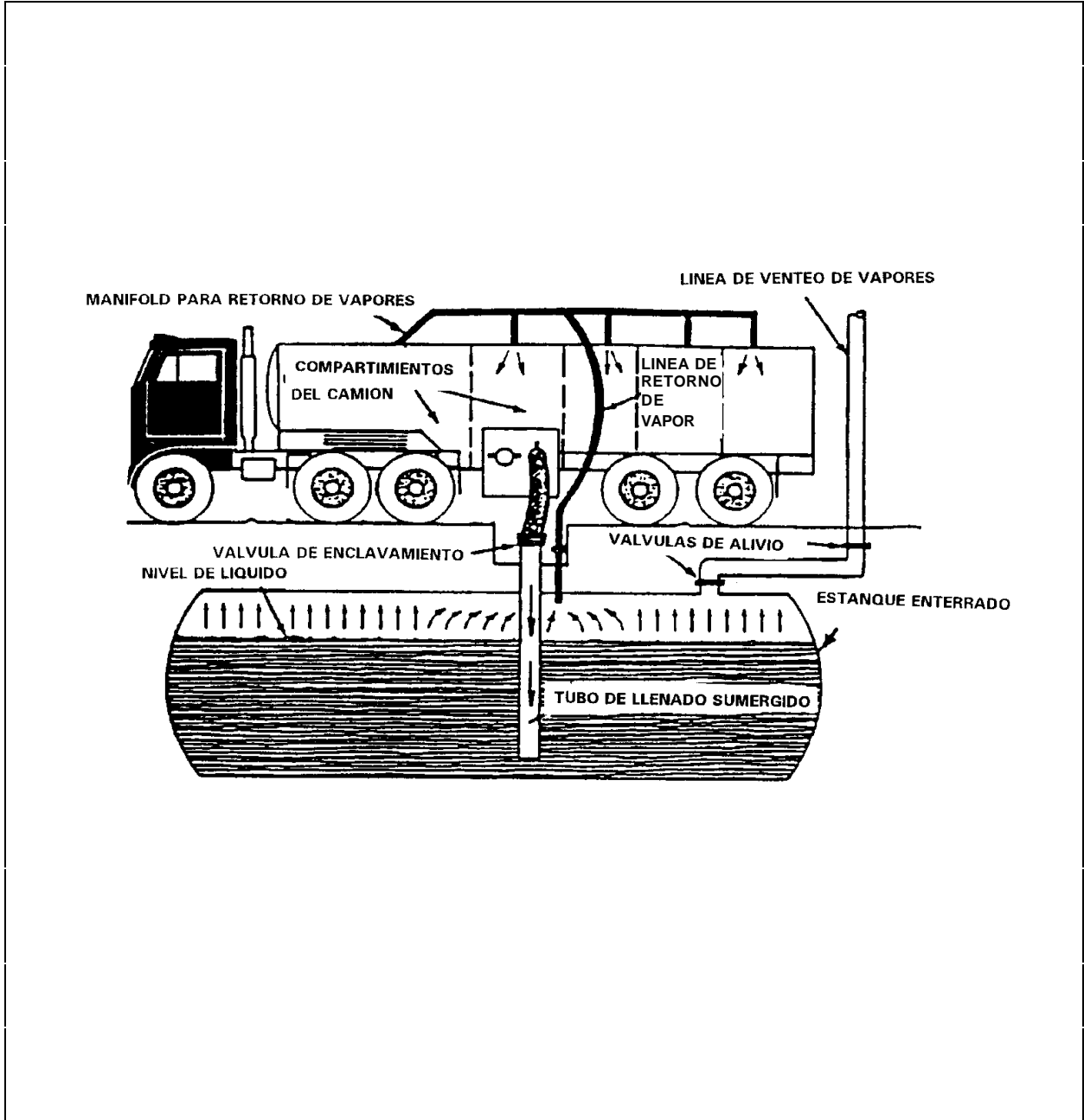


Figura N°1: Descarga de Camión a Estación de Servicio con Traspaso de Vapores (EPA, Ref. 4 y 19)

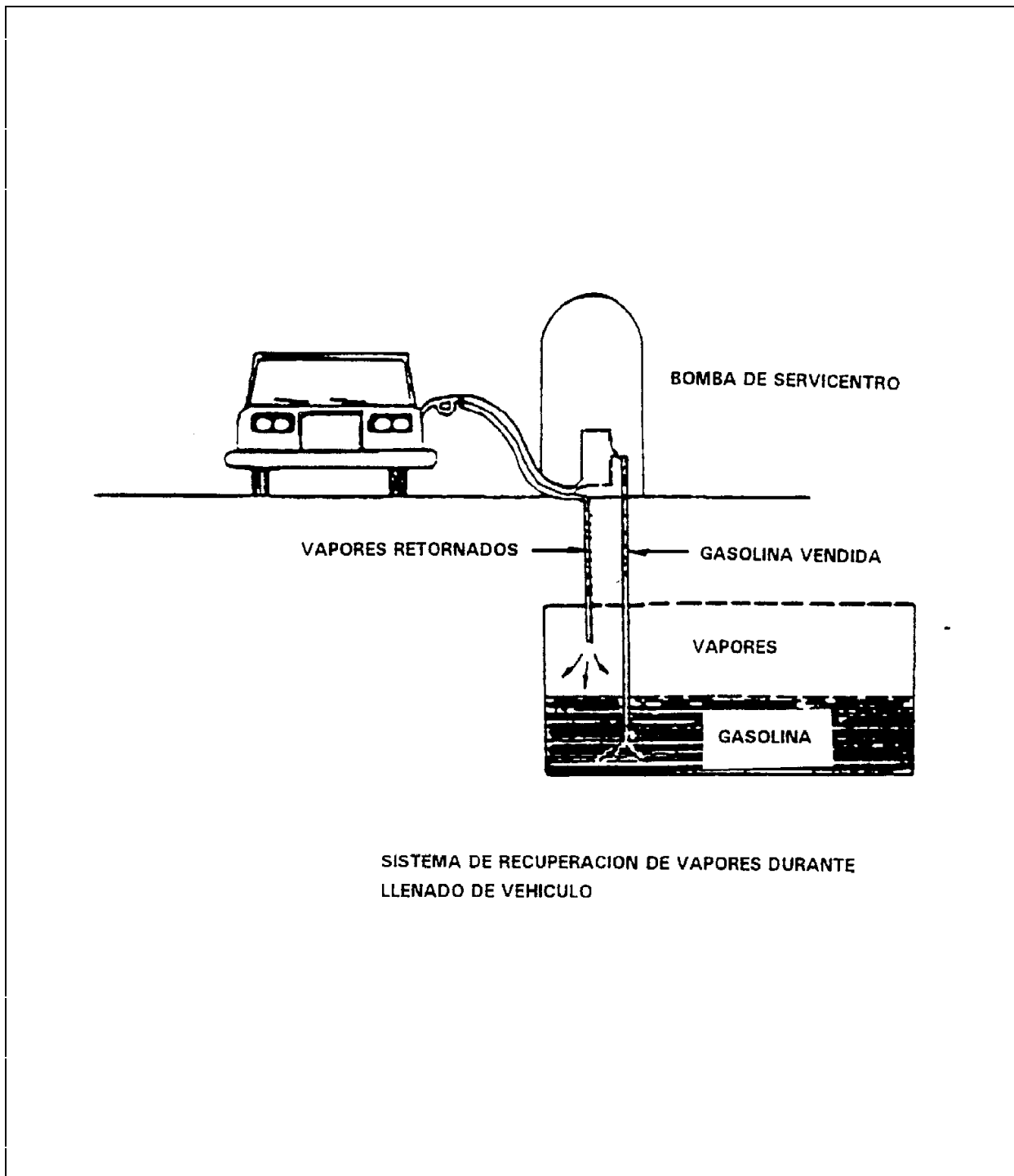


Figura N°2: Sistema de Recuperación de Vapores Durante el Llenado del Vehículo (EPA, Ref. 4 y 19)

3.1.2 Residuos Líquidos

Los *residuos líquidos* en las estaciones de servicio, se generan en las siguientes operaciones:

Actividades de la Estación de Servicio

- Lavado de pisos;
- Derrames y pérdidas de gasolina, solventes, aceites y grasas;
- Mantenimiento de vehículos; y
- Aguas lluvia.

Servicio de Lavado de Automóviles

- Lavado automático de automóviles, y lavado manual de carrocería, chasis y motores.

Los residuos contienen principalmente sólidos suspendidos (barro), aceites y grasas, solventes halogenados, y restos de combustibles. En los casos de contar las estaciones de servicio con lavado de vehículos, contienen además desengrasantes, detergentes y ceras especiales.

Los otros residuos líquidos que se generan en las estaciones de servicio, son las *aguas domésticas* provenientes de los baños, duchas y centros de expendio de alimentos.

3.1.3 Residuos Sólidos

De acuerdo a la normativa vigente, se define como residuos sólidos tanto a los sólidos propiamente tales, como a los semi-sólidos, líquidos y gaseosos que están confinados; y se catalogan de peligrosos cuando presentan algunas de las siguientes características: toxicidad, inflamabilidad, reactividad o corrosividad.

Los *residuos sólidos* generados son:

- Aceites y lodos provenientes de la limpieza de los estanques de almacenamiento de combustibles y de los equipos de almacenaje y transporte;
- Aceite usado proveniente de la mantención de motores y filtros;
- Lodos provenientes de sistemas de tratamiento, por ejemplo cámaras separadoras de aceites y grasas; o simples decantadores;
- Emulsiones de aceite como consecuencia de la limpieza de pisos, etc;
- Solventes usados;
- Textiles contaminados: huaipes, materiales de absorción (para derrames) y paños de limpieza;
- Envases, plásticos y metálicos, contaminados con aceites, solventes, grasas, etc.;
- Baterías agotadas;

- Neumáticos usados;
- Repuestos de vehículos, y
- Misceláneos (eventualmente cambios esporádicos de radiadores, refrigerantes, etc.).

Otros residuos sólidos que se generan, son los *residuos domiciliarios*, provenientes de los minimarket y centros de expendio de alimentos.

3.1.4 Generación de Ruidos

Los ruidos generados en estaciones de servicio provienen principalmente de:

- Los compresores;
- Los vehículos que ingresan y salen de la estación; los de mayor nivel están asociados a camiones y autobuses de transporte de pasajeros;
- Las lavadoras automáticas de automóviles, especialmente las que utilizan vapor para el lavado de carrocerías, chasis y motores; y
- Los sistemas de refrigeración cuando existe expendio de alimentos.

3.1.5 Olores

La operación de las estaciones de servicio generan olores producto básicamente de la emisiones evaporativas producto de la manipulación del combustible, y en menor medida de los solventes.

3.2 ESTIMACION GLOBAL DE RESIDUOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL

3.2.1 Emisiones Atmosféricas

Las emisiones evaporativas de compuestos orgánicos volátiles, COV, son ricas en fracciones livianas (parafinas y olefinas) que son fotoquímicamente reactivas, por tanto precursoras de ozono. En el país no existen regulaciones específicas para las emisiones de COV, sin embargo se pueden estimar en base a factores de emisión.

Con los antecedentes de estudios realizados para la Región Metropolitana (Ref. 2), y tomado como base los factores de emisión dados por la Publicación AP-42 de la U.S.E.P.A. (Ref.8), se pueden estimar los siguientes factores de emisión para las operaciones relevantes en las estaciones de servicio:

- Llenado de estanques subterráneos:
 - Llenado por caída libre (splash filling) 1.380 mg/L
- Respiración de estanques subterráneos: 120 mg/L
- Operaciones de carga de estanques de vehículos:
 - Pérdidas de desplazamiento (displacement losses) 1.320 mg/L
 - Derrames (spillages) 80 mg/L

Factor de Emisión Total 2.900 mg/L

Las emisiones de COV generadas en la Región Metropolitana por las estaciones de servicio, se estiman a partir de este factor de emisión y los siguientes parámetros: número de estaciones de servicio, ubicación de las mismas por comunas, y volúmenes de venta de combustible de cada una. Los resultados de las emisiones de COV en la zona urbana y rural de la región Metropolitana, base año 1994, se presentan en la Tabla N° 2.

**Tabla N°2: Emisión de COV desde Estaciones de Servicio en la
Región Metropolitana
(1994)**

| Zona | Venta de Gasolina (m³) | Emisiones de COV (toneladas/año) |
|-----------------------------|--|---|
| Urbana | 1.043.107 | 3.025 |
| Rural | 147.958 | 429 |
| Región Metropolitana | 1.191.065 | 3.454 |

Tomando en cuenta estos resultados, en la zona urbana de la Región Metropolitana, las emisiones evaporativas de las estaciones de servicio se estiman en 3.025 toneladas al año (base año 1994). Si se considera que en 1997 la venta de gasolina aumentó en la Región Metropolitana un 18% con respecto al año 1994, las emisiones actuales en la zona urbana se

estiman en 3.600 toneladas año; y en la zona rural se estiman actualmente en 500 toneladas año. Estas emisiones están estimadas sin sistemas de control de las emisiones evaporativas.

De acuerdo al Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana del año 1997, y al Decreto N°90 de 1996 del Ministerio de Economía, las estaciones de servicio deberán, de acuerdo a los plazos estipulados en dicho Plan, "disponer de equipos de captura y posterior recuperación y/o eliminación de los vapores producidos durante las actividades normales de transferencia de combustibles desde camiones estanques a las estaciones de servicio (Estado I B). Estos sistemas deben recoger el 90% de los vapores, y recuperar y/o eliminar al menos el 95% de los vapores recogidos. Además deberán contar con los sistemas de recuperación de vapores durante las actividades normales de abastecimiento de gasolina a los vehículos, y asegurar la captura del 90 % de los vapores desplazados (Estado II)".

En base a esta información, la reducción de emisiones esperada se muestra en la Tabla N° 3. El detalle de los sistemas de control indicados se entrega en el Capítulo 5.

**Tabla N°3: Reducciones de Emisiones Evaporativas con Sistemas de Control
Región Metropolitana
(1997)**

| Control | Factor de Emisión | Venta Gasolina | Emisión COV sin Control | Eficiencia de Equipos (1) | Emisión COV 50% Control | Emisión COV 100% Control |
|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | mg/L | m ³ /año | toneladas/año | % | toneladas/año | toneladas/año |
| Estado I B | 1,380 | 1,405,457 | 1,940 | 97 | 999 | 58 |
| Estado II | 1,320 | 1,405,457 | 1,855 | 90 | 955 | 186 |
| Totales | 2,700 | | 3,795 | | 1,954 | 244 |

(1): Se calculó la eficiencia media dada por la literatura para estos equipos (Ref. 8), Estado IB entre 93 y 100%, y Estado II entre 88 y 92% (ver capítulo 5, punto 5.1), y que cumplen con lo requerido por la normativa.

Las emisiones corresponden a toda la Región Metropolitana, con ventas de gasolina proyectadas al año 1997. Se consideró sólo las emisiones provenientes del llenado de estanques y llenado de vehículos. Las eficiencias de los equipos usados es el promedio indicado para estos sistemas, de acuerdo a lo señalado en el Capítulo 5 para control de emisiones evaporativas. En las últimas dos columnas se entregan las emisiones esperadas si se implementan los sistemas de control en un 50 % de las estaciones de servicio y en un 100% de las estaciones de servicio, respectivamente.

Según los antecedentes recopilados, durante el año 1998 aproximadamente el 50% de las estaciones de servicio han incorporado sistemas de control de las emisiones evaporativas, y a mediados de 1999 el resto de las estaciones deberá cumplir con este requerimiento.

3.2.2 Residuos Líquidos

Residuos Líquidos de la Operación de la Estación de Servicio

Los residuos líquidos generados por las estaciones de servicio se caracterizan por contenidos de aceites y grasas, hidrocarburos, sólidos suspendidos, detergentes, y concentraciones variables de metales.

Consumo de agua en lavado de automóviles (factores de emisión)

A modo de ejemplo se citan los siguientes valores en la literatura especializada para los residuos líquidos del lavado de automóviles:

- a. Alemania (Ref. 21)
 - Lavado de motores (con sistema de alta presión): aproximadamente 40 litros de aguas por lavado, contaminados con aceites; y
 - Lavado de vehículo (automático): aproximadamente 200 litros de agua por lavado, no contaminada con aceites. Las características de las aguas de lavado del exterior de los vehículos (con excepción de vehículos especiales), se caracterizan por el contenido de sólidos y bajo contenido de hidrocarburos (menos de 20 mg/L).
- b. Estados Unidos (EPA) (Ref. 24)
 - Lavado manual de automóviles, se estiman 40 litros de agua por vehículo.
- c. Suecia (Ref.4)
 - Lavado automático de automóviles, se estiman 250 a 300 litros de agua por vehículo.

Estimación de la generación de aguas de lavado de automóviles en la Región Metropolitana

Según los antecedentes recopilados, en la Región Metropolitana las estaciones de servicio cuentan con sistemas de lavado manual y automático. Los consumos de agua para cada tipo son:

- Lavado manual: 6 a 14 m³/día (180 a 420 m³/mes) por estación de servicio.
- Lavado automático: 18 a 25 m³/día (540 a 750 m³/mes) por estación de servicio.

Si se considera que existen 483 estaciones de servicio en la Región Metropolitana, y se estima que el 50% tienen lavado manual y un 15 % cuenta con lavado automático, el total de residuos líquidos generados por la estaciones de servicio es de aproximadamente 120.000 m³/mes. No se cuenta con información de la caracterización de estos residuos, y si se está cumpliendo con la norma de emisión vigente.

Aguas lluvia

En cuanto a los escurrimientos de aguas lluvia provenientes de áreas de trabajo, zona de estanques, y otras áreas de manejo de combustibles, pueden estar contaminados con los productos manejados en esas áreas; y sus caudales dependen de la pluviometría reinante y de la superficie de las instalaciones.

Aguas Servidas Domésticas

En las estaciones de servicio se generan aguas servidas provenientes de las siguientes actividades: consumo de alimentos y uso de servicios higiénicos. Las características de estas aguas servidas son similares a aguas servidas domésticas.

Los caudales y cargas contaminantes provenientes de aguas servidas domésticas se han estimado en (corresponde a un 50% de los valores totales diarios por persona):

- Aproximadamente 100 litros/día; por empleado.
- Aproximadamente 30 g/día de DBO5; por empleado.
- Aproximadamente 25 g/día de sólidos suspendidos; por empleado.

En estaciones de servicio localizadas en *carreteras* con restoranes o expendio de alimentos varios, y eventuales hoteles, es importante considerar el número adicional de usuarios flotantes; éste puede estimarse en función de:

- El número de asientos de un restorán multiplicado por el factor de ocupación (f.o.= aproximadamente 9 horas/día), dividido por el tiempo promedio de estadía (p.e.= aproximadamente 20 minutos).
- El número de camas (en caso de disponer de hotel).

Cuando la estación de servicio dispone solamente de servicios higiénicos, se calcula unos 250 usuarios por día (Ref. 22).

En la Tabla N°4 se entregan las cargas contaminantes generada por los empleados, y la generada por el usuario flotante en caso de estaciones de servicio de carreteras.

Tabla N° 4: Carga Contaminante de Aguas Servidas en Estaciones de Servicio

| Actividad | Caudal | Carga contaminante DBO₅ |
|---|---------------------|---|
| A) Empleados Estaciones de Servicio | 100 L/empleador/día | 30 g/empleador/día |
| B) Usuarios Flotantes | | |
| b.1 Usuario de servicios higiénicos | 10 L/persona/día | 5 g/persona/día |
| b.2 Usuarios de restaurantes o expendio de alimentos varios | 5 L/persona /día | 5 g/persona/día |
| b.3 Usuarios de hoteles | 200 L/persona día | 60 g/persona/día |

Nota: los caudales y cargas totales dependerán de las características de cada estación de servicio: número de empleados y servicios adicionales ofrecidos.

El caudal máximo horario normalmente se calcula como (Ref. 22): $Q_{\text{total diario}}/11$

Impacto Ambiental Asociado

Los residuos líquidos, ya sean evacuados a los sistemas públicos de alcantarillado o a cursos de aguas naturales, deben cumplir con la norma de emisión vigente en el país. Esta normativa se entrega en detalle en los Capítulos 8 y 9 de este estudio.

La norma de emisión específica para descargas a los sistemas de alcantarillado, está dada por el Decreto Supremo N° 609 del 7 de Mayo de 1998. En ella se establecen los límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúan a redes de alcantarillado, tanto para redes de alcantarillado que no cuenten con plantas de tratamiento (ver Tabla N° 3 del Decreto en Anexo 1 del presente informe), como para las que cuenten con plantas de tratamientos (ver Tabla N° 4 del Decreto en Anexo 1 del presente informe).

Además se establecen los plazos para su cumplimiento (en la actualidad en modificación), de acuerdo al tipo de fuente, y a la existencia o no de plantas de tratamiento en la red de alcantarillado; y los procedimientos de medición y de control de los parámetros.

Los residuos líquidos de las estaciones de servicio deben cumplir con los límites máximos establecidos en la Tabla N° 3 ó Tabla N° 4, según corresponda. En cuanto al muestreo de autocontrol (Artículo 1, numeral 6.2), dado que esta actividad económica no está incluida en la Tabla N°6 del Decreto, la Superintendencia de Servicios Sanitarios o el ente fiscalizador, podrá establecer los parámetros a considerar en el análisis de las muestras.

El análisis de autocontrol deberá a lo menos contener los siguientes parámetros: aceites y grasas, hidrocarburos, sólidos suspendidos, detergentes, y metales.

En la actualidad en la Región Metropolitana, los residuos líquidos generados por las estaciones de servicio, son en general tratados con cámaras separadoras de aceites; sin embargo estos sistemas no son mantenidos ni controlados en forma periódica y adecuada, y muchas veces su diseño no cumple con los requerimientos para el caudal tratado. No hay por parte de los operadores de las estaciones de servicio un gran conocimiento del tema de residuos líquidos, y su manejo no es adecuado. Los residuos líquidos son evacuados en su gran mayoría a los sistemas de alcantarillado.

3.2.3 Residuos Sólidos

Residuos Sólidos de la Operación de la Estación de Servicio

Los residuos sólidos generados por las estaciones de servicio, están relacionados principalmente con:

- Aceites y lodos provenientes de la limpieza de los estanques de almacenamiento de combustibles y de los equipos de almacenaje y transporte;
- Aceite usado proveniente de la mantención de motores y filtros;
- Lodos provenientes de sistemas de tratamiento, por ejemplo cámaras separadoras de aceites y grasas; o simples decantadores; y
- Solventes usados.

El cambio de aceite es uno de los servicios de mantención más importante que entregan las estaciones de servicio.

El aceite entrega la lubricación necesaria al motor, y la vida útil del mismo generalmente está especificada por los kilómetros u horas de operación del motor. Así la mayoría de los fabricantes de automóviles recomiendan el cambio de aceite cada 5.000 a 8.000 kilómetros recorridos. El aceite usado generado por un automóvil de tamaño mediano con un motor de seis cilindros estándar, es de 5,6 litros; y el generado por un motor grande a diesel es de 45 litros (Ref. 23).

De acuerdo a la información dada por distribuidores y estaciones de servicio específicas en la Región Metropolitana, se estima que se generan en promedio 4,5 a 5 litros de aceite usado por automóvil atendido, y el filtro usado contiene aproximadamente 0,5 litros de aceite usado. Por otro lado una estación de servicio, considerada mediana (y promedio) por venta promedio de combustible, realiza aproximadamente 100 cambios de aceite al mes, generando aproximadamente 500 litros al mes de aceite usado y 100 filtros contaminados al mes.

Estos residuos, de acuerdo con la reglamentación que está en estudio en el Ministerio de Salud, se consideran residuos peligrosos, por tanto deben ser manejados como tales.

Residuos Sólidos Domésticos

La cantidad de desechos domésticos generados diariamente es muy variable, dependiendo del tiempo de estadía de las personas: empleados, usuarios de los distintos servicios de la estación de servicio. La cantidad total por persona, se estima entre 0,7 a 1 kg/día.

Impacto Ambiental Asociado

Los residuos sólidos deben ser manejados de acuerdo a la normativa vigente en el país, la que se entrega en detalle en los Capítulos 8 y 9 de este estudio.

Específicamente las estaciones de servicio, para el caso de aceites y solventes usados deben cumplir con el Código Sanitario y con la Resolución N° 5.081 de 1993, la cual establece el sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos industriales.

Por otro lado, deberán dar cumplimiento a futuro a lo estipulado en el "Reglamento sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos", actualmente a nivel de proyecto.

Las estaciones de servicio, hoy en día cuentan con un manejo deficiente de los residuos sólidos, existe poco conocimiento de sus características, de su generación, y como disponerlo de manera ambientalmente segura. En algunas estaciones de servicio, no cuantificadas, las empresas distribuidoras recolectan y acopian el aceite usado, para entregarlo a futuro a las empresas que lo utilizarán como combustible alternativo en hornos cementeros.

3.2.4 Olores

Los olores producidos por las estaciones de servicio dicen relación directa con las emisiones evaporativas, cuyas estimaciones se dan en detalle en el punto 3.2.1.

Los olores no presentan un impacto muy relevante para las estaciones de servicio, y en la medida que se controlen las emisiones evaporativas, éstos disminuirán notablemente.

3.2.5 Ruidos

Las fuentes generadoras de ruidos más significativas son los compresores, los sistemas de refrigeración cuando existe expendio de alimentos, y en menor medida las lavadoras automáticas de automóviles, especialmente las que utilizan vapor para el lavado de carrocerías, chasis y motores.

Las estaciones de servicio deben cumplir con la normativa vigente referente a los niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas (Decreto N°146 de 1997 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia). El mencionado decreto establece los niveles máximos permisibles de ruidos, de acuerdo a la zona donde se encuentra el receptor

afectado (habitacional, mixto, industrial), y a las horas de funcionamiento de las fuentes generadoras de ruidos.

En este sentido, dado que muchas de las estaciones de servicio se encuentran en áreas habitacionales, existen problemas de ruidos en horarios nocturnos, tanto por los compresores como por los sistemas de refrigeración. No se cuenta con información sobre mediciones relacionadas con estas fuentes.

4 PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

4.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Las medidas de prevención de la contaminación dicen relación con métodos de minimización de la generación de residuos. Según la normativa nacional se entiende por minimización "*Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos generados*". En general las opciones de minimización son reducción en la fuente (sustitución de materiales, modificaciones de los procesos o de los equipos, mejoras en la operación), reutilización y reciclaje.

Reducción en la Fuente

- Cambio de materias primas;
- Cambios en el procedimiento operacional;
- Cambios en el proceso; y
- Reformulación de productos.

Reutilización y Reciclaje

El reciclaje es el uso, reuso o recuperación de los constituyentes de un residuo. El *uso* implica utilizar directamente el residuo en diferentes procesos; no es necesario que el residuo sea procesado antes. El *reuso* implica utilizar el residuo directamente en el mismo proceso; el reuso tampoco requiere que el residuo sea procesado. La recuperación es la regeneración de un constituyente para su reuso, la recuperación puede ser realizada en el mismo establecimiento, o externamente, a través de empresas recicladoras.

En las actividades de las estaciones de servicio se pueden realizar reducciones en la fuente y eventualmente reciclaje, pero sólo fuera del establecimiento.

4.1.1 Procedimientos Operacionales

Las buenas prácticas operacionales son procedimientos o políticas institucionales que dan como resultados la reducción de los residuos. Entre ellos se incluyen:

- Prácticas para la prevención de las pérdidas
 - Prevención de derrames
 - Mantenimiento preventivo
 - Preparación para las emergencias
- Segregación de los flujos de residuos

- Medidas de procedimiento
 - Documentación
 - Manejo de material y almacenamiento
 - Control del material e inventarios
 - Listas de control
- Directrices para el personal
 - Administración de las iniciativas
 - Capacitación del personal
 - Sistemas de incentivos para el personal
- Responsabilidades
 - Derivar a la sección generadora de residuos el costo de su manejo

Estas prácticas son válidas para todos los flujos de residuos, adicionalmente se deben aplicar para residuos específicos, algunas medidas apropiadas.

4.1.2 Prevención de las Pérdidas

Las principales fugas y derrames se producen en los estanques subterráneos de almacenamiento de combustibles; para prevenir estas pérdidas pueden ser implementadas diferentes técnicas.

Protección contra Derrames

Muchas de las pérdidas provienen de los derrames; estos a menudo ocurren cuando se desconecta la manga del camión; y aunque estos derrames son usualmente pequeños, si son reiterados pueden causar un daño ambiental serio.

La mayoría de estos derrames se producen por error humano, y la manera de prevenirlos es siguiendo estrictamente los procedimientos estándar de llenado.

Adicionalmente los estanques deben contar con un contenedor de derrames ("catchment basin" o "spill containment manholes"). Este sistema es una caja protectora circular alrededor de la cañería de llenado, que debe contar con un sistema de bombas o de drenaje para remover el líquido acumulado.

Protección contra Sobrellenados

El sobrellenado en general produce más pérdidas que los derrames. El problema se puede resolver con las siguientes medidas:

- ⇒ Revisar que el estanque tenga suficiente espacio libre antes de realizar la carga;
- ⇒ Vigilar permanentemente mientras se realiza la carga de combustible; y

⇒ Usar equipos de protección contra el sobrellenado: válvulas de sobrellenado automáticas, sistema de alarmas, o válvulas de bola flotante.

Protección contra la Corrosión de los Estanques

Para prevenir la destrucción de las paredes de los estanques, y las pérdidas de producto, por los efectos del suelo y de la humedad, los estanques deben ser protegidos. Existen las siguientes opciones:

- ⇒ Utilizar en cañerías y estanques material completamente inoxidable, como fibra de vidrio;
- ⇒ Utilizar en cañerías y estanques acero con revestimiento anticorrosivo y protección catódica; y
- ⇒ Utilizar para los estanques acero recubierto con una capa delgada de material inoxidable. Esto no es aplicable a las cañerías.

Contención Secundaria

La contención secundaria es un sistema diseñado para facilitar tres funciones: contener cualquier derrame, facilitar la operación de monitoreo de fugas, y proporcionar un acceso para la recuperación de producto derramado. Estos sistemas incluyen estanques de doble pared y cañerías de doble pared.

Detección de Fugas

Para detectar posibles fugas de combustibles, existen varios métodos:

- ⇒ Monitoreo del agua subterránea;
- ⇒ Monitoreo de los vapores;
- ⇒ Contenedor secundario con monitoreo intersticial;
- ⇒ Medidor automático del nivel del estanque;
- ⇒ Medición periódica del espesor del estanque en combinación con un control manual de inventario;
- ⇒ Medidor manual del nivel del estanque;
- ⇒ Detector de fugas de las tuberías de succión;
- ⇒ Detector de fugas de las tuberías presurizadas; y
- ⇒ Ajuste estadístico de inventario (Statistical Inventory Reconciliation- SIR)

4.1.3 Manejo de Materias Primas y Residuos

Las buenas prácticas de manejo para las materias primas y los residuos incluyen las siguientes recomendaciones:

- Segregación de todos los residuos que se generan, de manera de minimizar el costo de disposición y la posibilidad de reciclar y reusar;
- Uso de aceites de alto rendimiento y de larga duración. Educación al consumidor para realizar los cambios de lubricantes cuando es necesario y no prematuramente;
- Los contenedores de aceite vacíos pueden ser utilizados para recolectar y almacenar los fluidos en base a petróleos que se usan en los automóviles, incluidos los aceites usados, líquido de frenos y transmisión. Estos contenedores no se deben usar para recolectar solventes;
- Las piezas metálicas u otras piezas que han estado en contacto con lubricantes, deben ser almacenadas en contenedores cerrados o en áreas del establecimiento protegidas de lluvias o acumulación de aguas. En lo posible los contenedores deben almacenarse sobre una carpeta de cemento con sistemas de contención y recolección de líquidos;
- El almacenamiento de los residuos debe estar en áreas cubiertas para prevenir la humedad y las filtraciones; y
- Los solventes usados pueden ser reciclados fuera del establecimiento (ver punto 4.1.4).

4.1.4 Medidas de Prevención para Residuos Específicos

Aceites Usados

Las medidas de prevención específicas, con carácter de obligatoriedad, son:

- Nunca disponer los aceites usados con la basura domiciliaria, en los sistemas de alcantarillado o en tierra;
- No usar aceite usado para controlar el polvo;
- Almacenar y rotular adecuadamente; y
- Mantener los contenedores de aceites en buen estado para evitar pérdidas.

Las medidas de prevención específicas, con carácter de recomendación, son:

- Segregar los diferentes residuos con contenidos de aceites, y segregar de otros residuos;
- Reciclar;
- Usar aceites de alto rendimiento y de larga duración; y
- Educar al consumidor para realizar los cambios de lubricantes cuando es necesario y no prematuramente.

Adicionalmente el manejo de los aceites usados debe cumplir con las medidas de seguridad que se incluyen en el Capítulo 7.

Segregar. Los contenedores están apropiadamente segregados si no se mezclan los residuos; se debe utilizar un contenedor exclusivo para aceites usados, y para materiales contaminados con aceites usados.

Rotular. Los contenedores con aceite usado para disponer, deben estar rotulados con las palabras "aceite usado", en forma clara y visible.

Solventes

Los métodos de eliminar o reducir la generación de solventes usados, incluyen:

- Eliminar la necesidad de usar solventes;
- Buscar un adecuado sustituto al solvente;
- Minimizar las pérdidas asociadas con el uso de solventes;
- Segregar, reciclar, y recuperar el solvente usado; y
- Almacenar los solventes usados apropiadamente.

Reformulación de productos o sustitución. Un ejemplo de esta alternativa de minimización, es el de la industria de reparación de automóviles que ha reformulado los compuestos de los limpiadores de carburadores de manera de excluir el 1,1,1 tricloroetano (TCA). Este compuesto que se ha usado generalmente en un 5% de concentración con cloruro de metileno y ácido cresílico, es un compuesto tóxico e irritante a la piel.

Una alternativa de sustitución es usar solventes menos peligrosos, por ejemplo reemplazar nafta de bajo punto de inflamación por nafta de alto punto de inflamación. Otra opción es reemplazar los solventes peligrosos por solventes no peligrosos. Una alternativa de reemplazo es usar detergentes alcalinos en solución acuosa. Otra sustitución potencial de los solventes es el uso de limpiadores en base a terpenos. Los limpiadores en base a terpenos están disponibles en el mercado, puros y en soluciones acuosas con surfactantes, emulsificadores y otros aditivos.

Uso apropiado de los solventes, determinar los requerimientos de limpieza de piezas. Antes de utilizar solventes o soluciones acuosas, se debe determinar que es necesario realmente limpiar. La limpieza rigurosa con sustancias químicas sólo debe realizarse cuando se requiera. Los solventes nunca deben ser usados para la limpieza general de los pisos del establecimiento. Cuando no está en uso, todos los tanques con solvente para limpieza deben estar cubiertos. Los solventes tipo spray sólo deben usarse cuando las piezas no pueden ser removidas del auto.

Adicionalmente el manejo de los solventes debe cumplir con las medidas de seguridad que se incluyen en el Capítulo 7.

Lavado de Vehículos

Las medidas de prevención incluyen:

- Eliminar los solventes halogenados y aromáticos del lavado de vehículos;
- Separar los residuos líquidos del área de lavado de automóviles, de los residuos líquidos proveniente del lavado de pisos; y
- En los casos de estaciones de servicio que cuentan con sistemas automáticos de lavado, deben minimizar los residuos mediante sistemas de recuperación de agua por filtración y eliminación de sólidos. Existen en el mercado sistemas de reciclaje con 100% de recuperación (ver Capítulo 5).

Lavado de Pisos

Para reducir los residuos líquidos generados en la limpieza del establecimiento, se recomienda utilizar métodos "secos" para el lavado de las áreas de trabajo, por ejemplo estropajos, escobas, trapos, etc., y así reducir la generación de aguas contaminadas. A continuación se entregan algunas sugerencias de métodos secos de limpieza en casos de derrames de líquidos, como gasolina, solventes o aceites:

- Para pequeños derrames, usar toallas industriales las cuales deberán ser finalmente tratadas como residuo peligroso y entregar a terceros para su disposición (ver punto 5.3);
- Para derrames medianos, usar absorbentes para retener temporalmente el líquido mientras se limpia; posteriormente trasvasar el líquido a un contenedor apropiado, y luego limpiar con una toalla; y
- Para derrames de aceites, usar estropajos hidrófobos para limpiar los derrames, y reciclar el aceite recuperado almacenando en contenedores rotulados como "residuos de aceites". Si aún queda líquido utilizar toallas para limpiar; y finalmente si aún queda algo en los pisos, limpiar con jabón y agua.

4.1.5 Olores

Las medidas de prevención de olores son las relacionadas con las medidas de prevención de derrames y fugas, detalladas en el punto 4.1.2; y del manejo apropiado de solventes detallado en el punto 4.1.4.

4.1.6 Ruidos

Las medidas para prevenir los ruidos son básicamente la detención del funcionamiento de los motores en el establecimiento; y la restricción de velocidad de los vehículos.

5 METODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION

5.1 MÉTODOS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

De acuerdo a la nomenclatura establecida por la U.S.E.P.A, que diferencia los puntos de generación de las emisiones en la cadena de distribución de combustibles líquidos, los métodos de control de estas emisiones están catalogados bajo la misma denominación.

El Estado IA se denomina al equipo o sistema utilizado para controlar las emisiones de las refinerías y todo el sistema de carguío para camiones; Estado I B el utilizado para controlar las emisiones al descargar desde los camiones hacia los estanques de las estaciones de servicio; y Estado II a aquellos utilizados para el control durante la carga en los automóviles.

Los sistemas utilizados en los Estados I B y Estado II, controlan las emisiones de vapor en las estaciones de servicios.

a) **Sistema de control de emisiones en la descarga de camiones a estanques subterráneos de Estaciones de Servicios. Estado I B (STAGE I B)**

En la operación de llenado de los estanques subterráneos de las estaciones de servicio, las emisiones son generadas cuando los vapores de la gasolina en el estanque de almacenamiento subterráneo, son desplazados a la atmósfera por la gasolina que está siendo vaciada al estanque.

Las emisiones evaporativas pueden reducirse si se usan sistemas de traspaso o balance de vapores. Estos sistemas utilizan tuberías e interconexiones de recolección, que traspasan los vapores desplazados desde el ducto de venteo del estanque que se llena, al compartimento del camión que se esta vaciando, el cual los transportará de regreso al terminal (Figura N°3).

El sistema de control se complementa con los sistemas preventivos mencionados en el Capítulo 4,:

- Un método de llenado sumergido por debajo del nivel de líquido, de manera de reducir sustancialmente la turbulencia y la producción de vapor, desapareciendo las pérdidas por arrastre de gotas;
- Un contenedor de derrames;
- Un limitador de rebalse;
- Una válvula de presión y vacío en la línea de venteo del estanque subterráneo; y
- Válvulas check para evitar las emisiones cuando no se está cargando.

La eficiencia del sistema de balance de vapores oscila entre el 93 y 100% (Ref. 8).

Una segunda fuente de emisiones de vapor en las estaciones de servicio, es la respiración de los estanques subterráneos. Las pérdidas por evaporación ocurren diariamente y son atribuible a la evaporación de la gasolina y los cambios de la presión barométrica. La válvula de presión y vacío en la línea de venteo, y el sistema de recolección de vapores controla las emisiones por respiración.

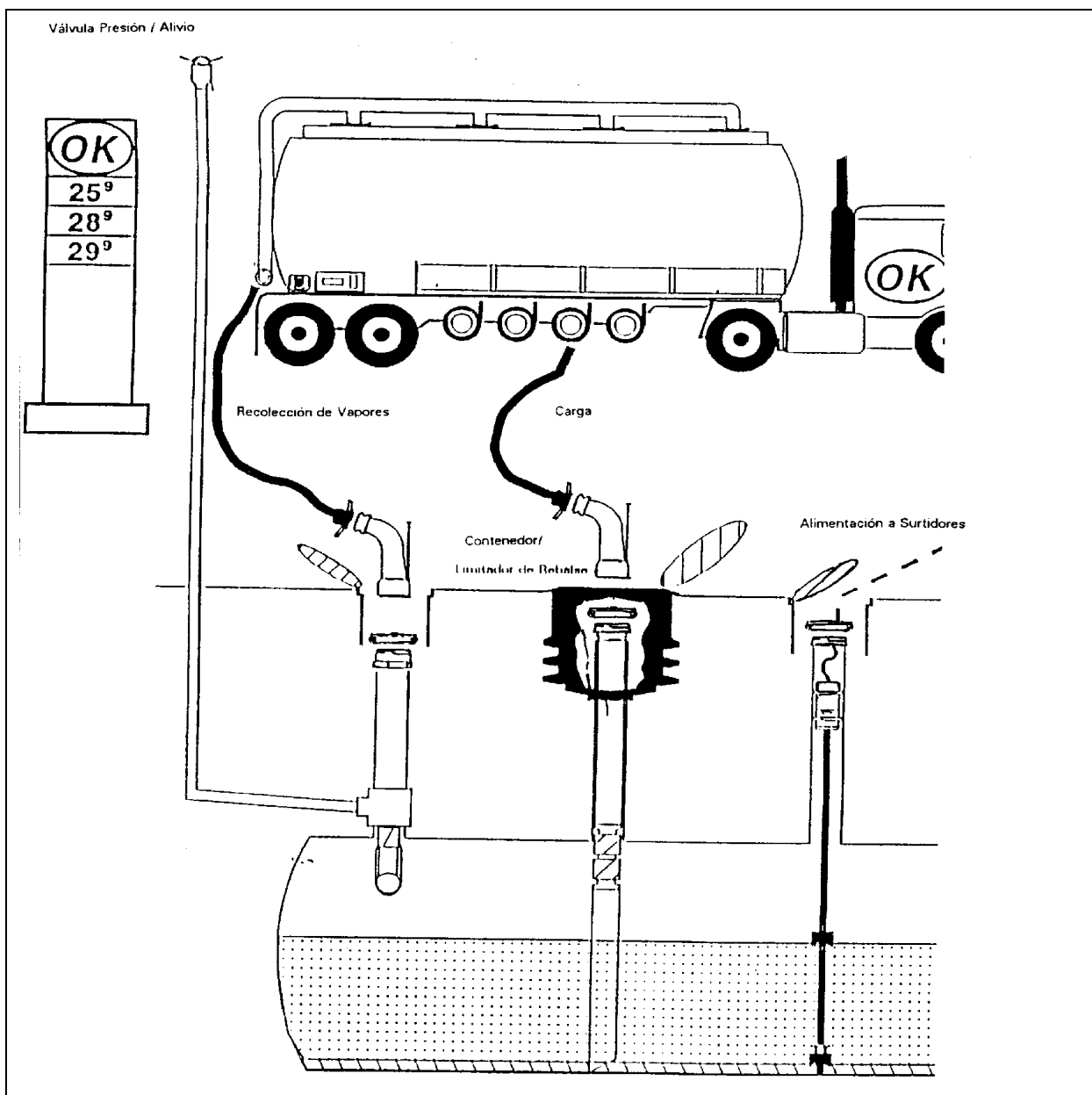


Figura N°3: Dispositivos para Reducción de Emisiones en Estaciones de Servicio (EPA, Ref. 4 y 19)

b) Sistema de control de emisiones en el llenado de los estanques de automóviles. Estado II (STAGE II)

El llenado de los estanques de los vehículos en las estaciones de servicios también produce emisiones evaporativas. Estas emisiones provienen de posibles derrames de gasolina que se evaporan y de los vapores que se desplazan en el estanque del vehículo al llenarlo con gasolina fresca.

Para controlar las emisiones durante la faena de llenado del vehículo, se utiliza un método que consiste en conducir los vapores desplazados del estanque del vehículo al estanque subterráneo, mediante el uso de una manguera y una pieza especial en la boquilla dispensadora. El escape de vapor desde la cañería de llenado del automóvil a la atmósfera, es revenido por un fuelle especial el cual sella el tubo de llenado, y conduce los vapores desplazados a través de la boquilla dispensadora a la manguera.

Las pistolas alimentadoras de doble circulación son las más utilizadas, estas requieren de surtidores provistos con mangueras y conexiones coaxiales para doble circulación, y de un sistema para succión de los vapores desplazados durante el llenado del estanque del vehículo, esto es, bomba de vacío de apoyo que ayuden a la succión y transferencia de los vapores desplazados. (Figura N°4).

Existen sistemas de control con traspaso de vapores, los cuales desplazan el vapor al estanque subterráneo por el gradiente natural de presión que se produce durante el llenado. En estos sistemas *balanceados*, la transferencia de vapores se produce por una presión constante positiva (35 psi) que el operador debe mantener sobre la pistola al llenar. Manteniendo la pistola presionada evita el escape de vapores, y a su vez permite el flujo de gasolina. Este sistema no permite al operador realizar otros servicios simultáneos al usuario, aumentando las horas hombres de atención necesaria por vehículo. Este sistema es más barato en capital e instalación, pero de menor eficiencia en la recolección y de un mayor costo operativo.

Los sistemas *asistidos*, utilizan bombas de vacío succionadoras para ayudar a la captura y transferencia de los vapores generados durante el llenado del vehículo. En este caso el operador puede colocar el dispensador, en forma parecida a los sistemas actuales, y pueden desentenderse parcialmente del llenado. Para este tipo de traspaso, se necesitan bombas succionadoras en cada surtidor. El sistema asistido requeriría una inversión adicional por surtidor de US\$ 1.400.

Las pocas pruebas realizadas a estos sistemas indican una eficiencia entre 88 y 92% (Ref. 8).

Una alternativa viable en el control de las emisiones, que se encuentra en estudio para implementar en algunos países desarrollados, tiene relación con la instalación de un "canister" (contenedor con carbón activado) en el vehículo, con dimensiones que permitan contener las

emisiones evaporativas y las de llenado. Se conectan todas las líneas de venteo del sistema de combustible de los vehículos al canister, y cualquier emisión de vapores de gasolina es absorbida por el carbón activado.

El canister permitiría una recuperación de vapores de hasta un 95%; con el beneficio adicional que los vapores reingresarían al propio sistema del vehículo.

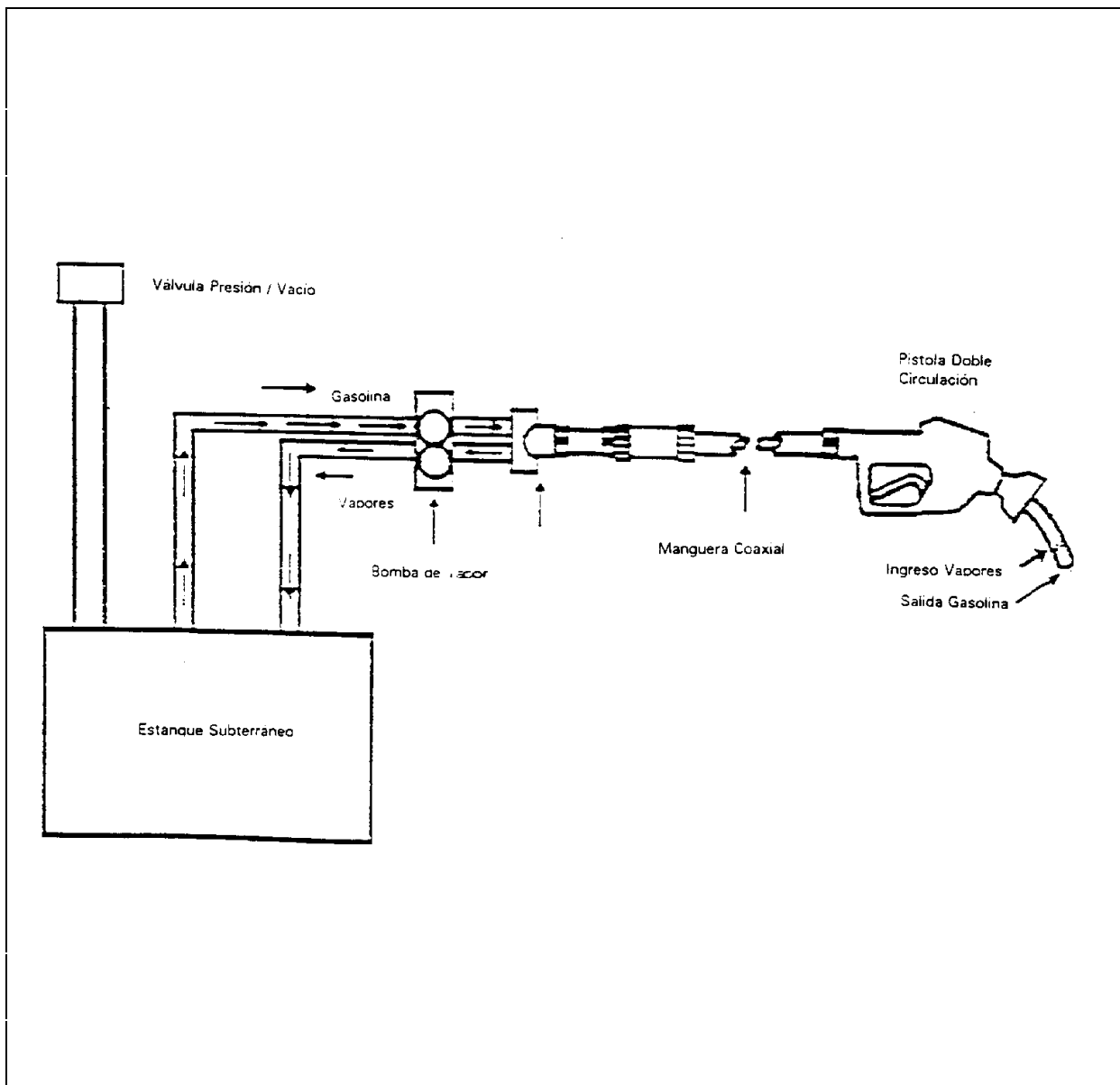


Figura N°4: Surtidor para la Recuperación de Vapores en Estaciones de Servicio (EPA, Ref. 4 y 19)

c) Sistemas de recolección y recuperación de vapores en las estaciones de servicio

Recolección

Para recolectar y transferir los vapores capturados en los procesos de carga, respiración y llenado de vehículos, existen dos sistemas:

- Sistemas con conexiones separadas (duales) para carga de combustible al estanque enterrado; y
- Sistemas con conexiones coaxiales al estanque subterráneo; por el ducto central se carga combustible, y por el anular se capturan los vapores desplazados.

Lo que puede hacer más conveniente uno u otro sistema, además de problemas de configuración física y layout, es el costo diferente en obras civiles y excavaciones de cada caso. Cualquiera sea el sistema de recolección escogido, lleva envuelto trabajos importantes de excavaciones, obras civiles y tendido de tuberías enterradas, que constituyen un ítem significativo de costos y cuyo alcance dependerá de la configuración interna de cada estación de servicio.

Disposición

La disposición de los vapores recolectados, puede realizarse a través de dos sistemas:

- Traspaso y devolución al camión estanque; y
- Eliminación directa in situ por combustión. Se trata de equipos modulares de oxidación química térmica que quemarían los vapores en la misma estación de servicio en algún lugar de acuerdo con normas de seguridad pertinente.

d) Sistemas de recolección y recuperación de vapores en terminales de distribución y carga

Si bien los terminales no están incluidos en esta Guía, que sólo corresponde a las estaciones de servicio, estos sistemas de recuperación se presentan a modo referencial, ya que parte de los vapores recuperados serán devueltos en el camión estanque y retornados a los terminales de carga para su recuperación.

El procesamiento de los vapores en los terminales de distribución y carga, es una exigencia estipulada en el D.S. N°90/96, e incorpora las alternativas de recuperar los vapores con retorno al estanque base, y de eliminarlos con combustión u oxidación térmica. Entre los sistemas con recuperación de vapores, existen las siguientes tecnologías disponibles:

- **Compresión/Refrigeración/Absorción (CRA).** Consiste en una absorción en gasolina de vapores a presión.
- **Refrigeración Directa (RF).** Consiste en una condensación de los vapores de gasolina mediante refrigeración mecánica.
- **Adsorción/Desorción Regenerativa con Vapor.** Consiste en dos adsorbedores cargados con carbón activado que operan alternativamente. La corriente rica en vapores se adsorbe primero hasta saturación, y luego se desadsorbe con vapor de baja presión, recuperándose los vapores de gasolina en un condensador enfriado por agua. Este procedimiento podría necesitar una unidad adicional de tratamiento del condensado recuperado.
- **Adsorción/Absorción.** Los vapores de gasolina se adsorben en carbón activado, del cual se desadsorben en vacío y con purgas de aire, y se recuperan absorbiéndolos con gasolina fresca.

Entre los sistemas de eliminación de vapores encontramos los procesos de oxidación térmica o incineración en los cuales hay una combustión completa de los vapores, apoyada con combustible adicional que puede ser gas natural o licuado. Hay sistemas de antorcha abierta o cerradas, dependiendo si la combustión se produce con llama visible a la atmósfera o en una cámara de combustión cerrada.

La eficiencia de control de las unidades de recuperación de vapores desde los camiones, durante el llenado en el terminales, es del orden del 90 – 99% dependiendo principalmente de la naturaleza de los vapores y del tipo de dispositivo utilizado para el control de emisiones.

Sin embargo, hay que hacer notar que sólo un 70 – 90% de estos vapores desplazados llegará a la unidad de recuperación o eliminación, debido a las pérdidas por filtraciones tanto en el camión como en el sistema recolector. Se podrá asumir una eficiencia de control de 90%, sólo si los camiones tanques tienen una revisión anual para detectar filtraciones; en caso contrario se recomienda considerar una eficiencia de recuperación de 70%.

5.2 RESIDUOS LÍQUIDOS

Los *residuos líquidos* en las estaciones de servicio, se generan de las siguientes operaciones y fuentes:

- Operación de la estación de servicio (lavado de pisos; derrames y pérdidas de gasolina, solventes, aceites y grasas; mantención de vehículos; y aguas lluvia);
- Servicio de lavado de automóviles (lavado automático de automóviles, y lavado manual de carrocería, chasis y motores); y
- Aguas servidas domésticas.

5.2.1 Sistemas de Control para Residuos Líquidos

Existen los siguientes procesos para el tratamiento de los residuos líquidos de las estaciones de servicio, generalmente para la separación de hidrocarburos, aceites y grasas (Ref. 21).

- **Cámara sedimentadora:** Permite la separación gravitacional de partículas; debe ser construida con materiales impermeables a aceites (hormigón con recubrimiento resistente a aceites). No retiene aceites flotantes; sin embargo se utiliza como pre-tratamiento.
- **Cámara interceptora de aceites y grasas:** El método más simple de separación de aceites flotantes; consiste en una cámara, con un tiempo de retención suficiente y baffles; en este proceso de *separación gravitacional* se retiene solamente los aceites libres, y es poco eficiente en el caso de aceites emulsificados.
- **Separador de coalescencia:** Es similar al separador gravitacional anterior, sin embargo se caracteriza por una mayor eficiencia por el uso de láminas o mallas. El proceso de adsorción/coalescencia de hidrocarburos utiliza láminas (materiales porosos con mayor superficie) para la aglomeración de las gotas de aceite sobre su superficie (aumentando así el tamaño de las gotas), para posteriormente separar el aceite por flotación gravitacional. En ausencia de emulsiones estables (sin uso de detergentes) es capaz de lograr un contenido residual de hidrocarburos del orden de < 10 a 20 mg/L.
- **Desemulsificación química:** Previo al uso de reactivos químicos (floculantes) y sobresaturación con aire comprimida, los aceites se separan por medio de un proceso de flotación; el proceso es factible para aceites emulsificados en forma estable y para flujos mayores, sin embargo implica costos elevados. Existen otras variantes del proceso: procesos tipo "batch" para caudales menores, y la electro-flotación.
- **Desemulsificación mecánica (filtración por membrana).** Por medio de presión, los efluentes se filtran por módulos de membranas sintéticas, los cuales retienen aceites e hidrocarburos (incluyendo aceites emulsificados y solubles); no requiere reactivos, sin embargo implica costos elevados de energía y desgaste de membranas (debido a problemas de obstrucción de las membranas, no es apto para todo tipo de residuos líquidos).
- **Otros procesos:** Filtración por carbón activado o evaporación. Estos sistemas, para los cuales existen aplicaciones para otro tipo de industria, han sido estudiados sólo a nivel

teórico para las estaciones de servicio, no existiendo aplicaciones prácticas (Ref. 21). No se cuenta por esta razón con valores de eficiencias ni costos.

Existe mucha oferta internacional de equipos separadores de aceites y grasas.

Con respecto a la eficiencia de cada uno de los sistemas mencionados, ésta depende fundamentalmente de los tipos de aceites que están contenidos en las aguas residuales, y de la presencia de detergentes. Los aceites pueden estar presentes en distintas formas:

- *Aceite libre* en forma de gotas dispersas, factible de separar gravitacionalmente;
- *Aceite emulsificado en forma estable*, en forma de gotas muy dispersas (de un tamaño menor que 0,1 mm), cuya separación gravitacional requiere una aglomeración previa ("coalescencia");
- *Aceite emulsificado en forma estable*, no susceptible al efecto de coalescencia y cuya separación no es factible; y
- *Aceite disuelto*, a nivel molecular (en concentraciones muy bajas, aproximadamente 3 mg/L).

De acuerdo al tipo de aceite y a la fracción del mismo que estén contenidos en un agua residual, se utilizan los sistemas de separación que sean compatibles, y que cumplan con la norma vigente. La eficiencia del sistema dependerá por tanto de la fracción presente de cada tipo de aceite, y del detergente. Los aceites emulsificados en forma estable, y los aceites disueltos son los más difíciles de separar, y requerirán de sistemas más complejos y caros.

En términos generales el separador gravitacional, de gran uso, no es recomendable para la mayoría de los residuos líquidos con contenidos de aceites y bencinas livianas, y en presencia de detergentes. El más recomendable es el separador de coalescencia.

5.2.2 Sistema de Recirculación de Agua de Lavado de Automóviles

La recirculación de las aguas generadas en el lavado de automóviles con cero descarga, es una medida de prevención y control de alto costo; sin embargo las aguas que se descargan a los sistemas de alcantarillado o a los cursos de aguas, deben cumplir con la normativa vigente en el país, por tanto deben contar a lo menos con un sistema de retención de los aceites y grasas, como pretratamiento, separado de los residuos provenientes de las otras actividades de la estación de servicio.

Las aguas de lavado de los sistemas de lavado automático pueden ser recuperadas y reusadas nuevamente en el sistema. Los tratamientos de recuperación son básicamente separadores de aceites y sistemas de filtración para las partículas sólidas. Internacionalmente existen muchas empresas que ofrecen estos sistemas de recuperación de agua de lavado, y en general son de fácil operación y bajos costos de mantención y operación.

5.2.3 Aguas Servidas Domésticas

Dado que muchas estaciones de servicio se encuentran en zonas urbanas, generalmente descargan al alcantarillado público, sin tratamiento previo. En caso de instalaciones que disponen de un restorán, se requiere cámaras interceptoras de aceites y grasas (ver punto 5.2.1). Fuera de la zona urbana, se consideran los sistemas convencionales de tratamiento:

- Fosas sépticas, (y pozos de drenaje); y
- Plantas compactas de tratamiento mecánico-biológico.

Cuando las estaciones de servicio, disponen de restoranes y/o hoteles, el sistema de fosa séptica no es suficiente. Si es posible, debe evaluarse la conexión a una planta depuradora comunal en el caso de los grandes estaciones de servicio en carreteras: en forma gravitacional, por bombeo o sistemas neumáticos (aire comprimido).

En el caso de no ser factible esta alternativa, para el diseño de los sistemas de tratamiento mecánico-biológico, debe considerar las fuertes variaciones de los caudales y cargas contaminantes, por ejemplo: estanques de homogeneización, selección de procesos con resistencia contra choques de carga, etc. Para instalaciones de menor capacidad (hasta 50 o 100 habitantes equivalentes), se pueden diseñar lagunas de estabilización o filtros naturales de suelo (en combinación con una fosa séptica).

5.3 RESIDUOS SÓLIDOS

5.3.3 Residuos Sólidos de Procesos

Los residuos que se deben controlar en las estaciones de servicio, son:

- Aceites usados provenientes de la mantención de motores y filtros;
- Solventes usados;
- Lodos provenientes de sistemas de tratamiento, por ejemplo cámaras separadoras de aceites y grasas; o simples decantadores; y
- Aceites y lodos provenientes de la limpieza de los estanques de almacenamiento de combustibles y de los equipos de almacenaje y transporte.

Los residuos sólidos, principalmente los aceites usados y solventes usados, deben ser almacenados apropiadamente y entregados a empresas recicladoras, y por tanto el sistema de tratamiento se realiza fuera de los establecimientos.

Aceites usados

Almacenamiento. Los aceites usados deben ser recolectados y almacenados en contenedores resistentes y debidamente identificados. Dado que son sustancias consideradas peligrosas por su inflamabilidad y por contener sustancias tóxicas, deben ser almacenados de acuerdo a lo indicado en el Reglamento sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos. En el almacenamiento es de especial importancia considerar las características de peligrosidad, por ejemplo se debe cumplir para los aceites que son inflamables:

Residuos inflamables

- Prohibición del uso de aparatos, instrumentos o equipos con emisión de chispas
- Conexión a tierra de los equipos eléctricos que puedan producir descargas estáticas.
- El área de almacenamiento debe estar lejos de fuentes de calor
- El área de almacenamiento debe estar adecuada y permanentemente ventilada (en forma natural o forzada)

Reciclaje. En la actualidad en el país, existen alternativas de reciclaje y recuperación de aceites usados. Las estaciones de servicio deben entregar los aceites usados para ser reciclados a las empresas autorizadas, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la autoridad competente.

Con respecto a este tema, y como ya se mencionó en el punto 3.2.3, el manejo de los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos, por parte de las estaciones de servicio es deficitario. El reciclaje parcial que se realiza actualmente es la recolección de los aceites usados por parte de las distribuidoras y su posterior acopio, para utilizarlo a futuro como combustible alternativo en hornos cementeros.

La implementación de un manejo adecuado de los aceites usados por parte de las estaciones de servicio, debe incorporar el reciclaje completo de todos los aceites usados, con un sistema programado de retiro de los contenedores, los cuales deben estar debidamente rotulados.

Solventes

Almacenamiento. Los solventes deben ser recolectados y almacenados en contenedores resistentes y debidamente identificados con rotulación clara que indique que es "solvente usado". Dado que los solventes son sustancias consideradas peligrosas por su inflamabilidad, deben ser almacenados de acuerdo a lo indicado en el Reglamento sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos (Proyecto).

Reciclaje. Una de las alternativas para las estaciones de servicio es recuperar el solvente usado mediante servicios externos, en plantas recuperadoras de solventes autorizadas, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la autoridad competente.

Con respecto a los lodos provenientes de los sistemas de tratamiento de aceites y grasas, y los aceites y lodos o borras provenientes de la limpieza de los estanques de almacenamiento de combustibles y de los equipos de almacenaje y transporte, deben ser dispuestos en empresas autorizadas por el Servicio de Salud del Ambiente para la disposición final de estos residuos.

Finalmente, es importante destacar que todos los traslados de residuos fuera del establecimiento generador, deben contar con las respectivas autorizaciones del Servicio de Salud del Ambiente.

5.3.4 Residuos Sólidos Domésticos

Las estaciones de servicio que se encuentran en zonas urbanas, disponen en general de recolección municipal de los desechos domésticos, y residuos asimilables (embalajes, desechos de cocinas o lugares de venta). Otras deben encargarse del retiro de basura a transportistas particulares. Dependiendo de las cantidades de desechos y frecuencia de recolección, debería proveerse una capacidad suficiente de almacenamiento, de manera de evitar molestias por olores, problemas higiénicos o estéticos, por ejemplo:

- Contenedores estandarizados, de 120, 240 o 360 litros; de material plástico;
- Contenedores de 1 o 1,1 m³, de plástico o metal; o
- Tambores u otros recipientes, no estandarizados.

En términos generales, es preferible el uso de recipientes de material resistente, con tapa y ruedas, compatibles con los sistemas de levantamiento de los vehículos de recolección (minimiza manejo manual de la basura). El lugar donde se almacenan, debería ser de fácil acceso para los vehículos y/o personal de recolección (considerando factores como distancia, pendientes, ancho de puertas o caminos de acceso, o escaleras). En caso de existir un comprador o un programa municipal de reciclaje, pueden instalarse contenedores separados para materiales reciclables: papel, vidrio, metal.

5.4 RUIDOS

Las fuentes generadoras de ruidos en las estaciones de servicio, compresores principalmente, pueden causar molestias, que exceden los estándares permitidos, tanto en los trabajadores como en los alrededores.

Para aplicar un sistema de control, se debe desarrollar un proyecto específico, el cual debe ser aprobado por la autoridad competente, y debe cumplir con las normas de emisión vigentes.

El control del ruido es un problema relacionado con el sistema compuesto por la fuente de generadora del ruido, la propagación del ruido y el individuo receptor. El método de control debe reducir la intensidad de la fuente, impedir la propagación de la energía acústica, o proteger a la persona receptora final del ruido.

La reducción del ruido en la fuente se puede alcanzar mediante la reducción de las fuerzas que generan el ruido, o reduciendo los componentes del movimiento de vibración por medio de amortiguadores de vibraciones. Esto se puede lograr con una inspección y/o mantención de la maquinaria.

En el Capítulo 7 de Seguridad y Salud Ocupacional, se entregan más detalles de los niveles de ruido y los sistemas de control.

6 ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

6.1 INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Los costos de las medidas de prevención de las estaciones de servicio, detalladas en el punto 4, están relacionados estrechamente con el volumen de ventas, con la oportunidad en que son implementadas (durante la construcción o readecuaciones posteriores), y con la gestión de cada establecimiento individual, por tanto son particulares de cada establecimiento.

Por otro lado, los beneficios de tomar las medidas de prevención dicen relación con mayor eficiencia, menores costos de control de la contaminación y finalmente una mejor calidad de vida.

6.2 INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DE MEDIDAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Varios son los factores que inciden en el impacto que el costo de las medidas de reducción de la contaminación, tiene sobre la factibilidad económica-financiera en las estaciones de servicio, por ejemplo: el tamaño de los establecimientos y tipos de servicio prestados; y los años de antigüedad del establecimiento.

6.2.1 Emisiones Atmosféricas. Reducción de Emisiones Evaporativas en Estaciones de Servicio

Sistemas de Recolección y Recuperación de Vapores

Para estimar los costos asociados a los sistemas de reducción y recolección de vapores en las estaciones de servicio, se considera un ejemplo con un establecimiento típico con tres estanques subterráneos, tres surtidores con tres productos y seis mangueras altas.

Para las obras civiles necesarias en la readecuación de gasolineras existentes, se ha considerado un costo por m² de superficie para estaciones de servicio como los descritos anteriormente. En las instalaciones nuevas no se consideran costos adicionales por obras civiles o rupturas de pavimento, ya que tales partidas estarán marginalmente incluidas en los costos de instalación de la estación de servicio. El incremento en el costo de operación por concepto de mayor consumo eléctrico, se considera poco significativo y no se incluyen. Se excluye además, por requerir de un análisis caso a caso, el costo por pérdidas de venta y costos de paro de la estación por el tiempo que se emplee en efectuar las reconversiones indicadas.

En la Tabla N° 5, se resumen los costos para las instalaciones nuevas y reconvertidas con los diferentes sistemas dual y coaxial descritos en el Capítulo 5.

Tabla N°5: Costos de Instalaciones Nuevas y Reacondicionadas con Sistema Dual y Coaxial (Ref. 19)

| Sistema | Equipos Dólares (US\$) | Obras Civiles Dólares (US\$) | |
|--|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | | Instalación Nueva | Instalación Reacondicionada |
| Dual (Estado I B) | 2.300 | - | 2.830 |
| Coaxial (Estado I B) | 3.220 | - | - |
| Dual balanceado (Estado I B y Estado II) | 16.000 | 19.140 | 15.520 |
| Dual asistido(Estado I B y Estado II) | 16.900 | 17.660 | 14.320 |
| Coaxial balanceado(Estado I B y Estado II) | 33.750 | 19.140 | 15.520 |
| Coaxial asistido(Estado I B y Estado II) | 34.800 | 17.660 | 14.320 |

Sistemas de Recolección y Recuperación de Vapores en Terminales de Distribución y Carga

Como se menciona en el Capítulo 5, los sistemas de recuperación de vapores para los terminales de distribución se entregan como información referencial. En la Tabla N°6, se resumen los costos de equipos, materiales, construcción, montaje, conexión y puesta en marcha de algunas instalaciones recuperadoras y eliminadoras de vapores descritas para terminales con movimiento de 250.000 y 750.000 m³/año. (Ref. 19)

Tabla N°6: Resumen de Costos para Instalaciones Recuperadoras y Eliminadoras de Vapores para Terminales

| Tecnología | Costo Terminal 250.000 m ³ /año Dólares (US\$) | | Costo Terminal 750.000 m ³ /año Dólares (US\$) | |
|-------------------------------------|---|------------|---|------------|
| | Capital | Operación | Capital | Operación |
| CRA | 580.000 | 47.500 | 638.500 | 58.000 |
| RF | 402.000 | 40.000 | 450.000 | 46.500 |
| Adsorción/Desorción Regenerativa | 357.000 | 14.000 | 377.000 | 27.900 |
| Adsorción/Absorción | 343.000 | 17.400 | 362.000 | 26.700 |
| Combustión Cerrada | 165.000 | 21.000 (*) | 180.000 | 21.000 (*) |
| Combustión Abierta | 100.000 | 21.000 (*) | 110.000 | 21.000 (*) |

Nota: (*) Considera suministro de gas licuado adicional de 12 horas para gas piloto y 4 horas para gas de apoyo.

6.2.2 Residuos Líquidos

El costo de los sistemas de tratamiento de residuos líquidos, incluye los costos de inversión, de operación y mantención; y los costos de inversión comprenden los equipos y la construcción de las instalaciones necesarias para la operación de los mismos. Por esta razón los costos

finales dependen de la situación específica de cada estación de servicio. Sin embargo, como referencia se entregan a continuación algunos costos de equipos que se encuentran en el mercado; a estos valores se debe agregar el costo de instalación, y remodelaciones que se requieran.

Separador de Grasas y Aceites

Los costos estimados de los separadores de aceite se entregan en la Tabla N°7; estos equipos de diferentes capacidades, son cámaras interceptoras de aceites y grasas, descritas en el punto 5.2.1 de esta guía, y corresponden a sistemas de separación gravitacional. Los valores señalados, dados por un proveedor de equipos de EE.UU., están especificados para varias capacidades de tratamiento, y están dados en precio FOB, Tampa.

Tabla N°7: Precios de Separadores de Aceite según Capacidad
Fuente: DUOTANK, EE.UU

| Descripción | Modelo (SKU#) | Volumen de Operación (Galones)(1) | Cámara de Aceite (Galones) | Precio FOB Tampa (Dólares) |
|--|----------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Separador aceite/agua 280 Galones | 280 OW | 250 | 40 | 1.850 |
| Separador aceite/agua 500 Galones | 500 OW | 400 | 50 | 2.100 |
| Separador aceite/agua 700 Galones | 700 OW | 500 | 50 | 2.300 |
| Separador aceite/agua 1.000 Galones | 1.000 OW | 750 | 50 | 2.800 |
| Separador aceite/agua 1.500 Galones | 1.500 OW | 1200 | 100 | 4.200 |
| Separador aceite/agua Doble pared, 280 Galones | 280 OWDUO | 250 | 40 | 2.750 |
| Separador aceite/agua Doble pared, 500 Galones | 500 WDUO | 400 | 50 | 3.100 |
| Separador aceite/agua Doble pared, 700 Galones | 700 WDUO | 500 | 50 | 3.400 |
| Separador aceite/agua Doble pared, 1.000 Galones | 1.000 OWDUO | 750 | 50 | 4.200 |
| Separador aceite/agua Doble pared, 1.500 Galones | 1.500 OWDUO | 1.200 | 100 | 6.300 |

Nota (1): Unidades de volumen y modelos dados por el proveedor.
 1 US galón = 3,785 litros

Sistema de Recirculación de Agua de Lavado de Automóviles

Los costos totales de tratamiento de las aguas de lavado de vehículos, están compuestos por los costos de la mano de obra, del agua, del tamaño y número de vehículos que se lavan, y de la ubicación geográfica, entre otros. La literatura especializada, Water Environment Federation (Ref. 24), entrega a través de estudios de casos, diferentes alternativas de prevención y de control de las descargas de residuos líquidos de los establecimientos que mantienen vehículos.

Para los sistemas de tratamiento de aguas de lavado de automóviles, el caso específico es la Oficina de Correos del Area Noroeste de New York y New England. Para este ejemplo, se entregan los diferentes métodos de lavado con sus alternativas de tratamiento y los costos asociados, tanto para la descarga al sistema de alcantarillado, como para cero descarga. Como dato referencial para nuestro país, en la Tabla N°8 a continuación, se muestra el resumen de estas alternativas y costos.

Tabla N°8: Opciones de Lavado de Vehículos, Tratamientos de Residuos Líquidos y Costos (U.S Postal Service-Northeast Area-Referencia 24)

| Método/Descarga | Tratamiento | Costos (Dólares) | | | |
|---|----------------------|------------------|-----------|--------------------|------------------|
| | | Inversión | Anual (a) | Valor Presente (b) | Costo/lavado (c) |
| Manual o a presión con pozo de lavado | Pretratamiento | N/A | 30.000 | 200.000 | 5,50 |
| Manual o a presión con caseta de lavado | Pretratamiento | 45.000 | 30.000 | 250.000 | 7,00 |
| Lavado mecánico | Pretratamiento | 75.000 | 18.000 | 195.000 | 5,50 |
| Lavado mecánico con recirculación (cero descarga) | Tratamiento avanzado | 100.000 | 21.000 | 235.000 | 6,50 |

Notas:

- (a): Basado en 300 lavados/mes de vehículos tipos de la oficina postal.
- (b): Basado en 10 años al 8%.
- (c): Costo por vehículo basado en 10 años valor presente.

6.2.3 Residuos Sólidos

El costo de la disposición de los residuos sólidos, para su reciclaje o reuso, dependerá de las características de los residuos generados, las cuales deberán ser determinadas mediante técnicas de laboratorio. A modo de referencia, el costo de tratamiento de un solvente con bajo contenido de agua (<5%) y bajo contenido de cloro (<2%), tiene un costo de tratamiento aproximado de \$ 43.000 por m³ (más IVA), de acuerdo a información entregada por la empresa Bravo Energy S. A.

6.2.4 Ruidos

Para aplicar un sistema de control, se debe desarrollar un proyecto específico, el cual debe ser aprobado por la autoridad competente, y debe cumplir con las normas de emisión vigentes.

Si bien los sistemas de control de ruidos son proyectos específicos para cada fuente, independiente del rubro industrial a que pertenezca, de acuerdo a cifras estadísticas dadas en el estudio de BKH Consulting Engineers para el Banco Mundial (Ref. 18), se estima que los costos para el control de ruidos, son aproximadamente los siguientes:

- Reducción de ruidos en 10 dB (A): US\$ 60.000

Para el caso de las estaciones de servicio los costos del sistema de control, dicen relación con el tipo de equipo (compresor, sistema de refrigeración), el horario de funcionamiento de estos equipos y el lugar de emplazamiento dentro del recinto. En general los compresores deben estar en recintos cerrados con ventilación, y los equipos de frío, instalados en general en los techos, deben estar suficientemente aislados. En general la inversión no es muy alta, y se reduce si se consideran las medidas de control en el momento de construir la estación de servicio.

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 (PYME) introduzca medidas tendientes a mejorar la Gestión Ambiental (Ref. 17).

- **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. Pueden 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 deben tener protestos ni ser morosos de deudas 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

7.1 INTRODUCCIÓN

En términos generales, existe entre las empresas distribuidoras conciencia del peligro que conlleva el manejo de sustancias inflamables como son los combustibles, y las empresas petroleras han implementado los protocolos y controles de seguridad necesarios para buen manejo.

El riesgo y peligro de una gran explosión e incendio de los combustibles almacenados en los estanques, es poco probable. La ignición de combustible en los estanques subterráneos es difícil debido a la ausencia de la combinación de oxígeno y combustible necesarias para la explosión. Los riesgos son más altos a nivel de terreno y durante la venta y descarga de productos, en la "playa" de la estación. La playa de ventas y descarga de combustibles es clasificada en áreas peligrosas y no peligrosas.²

Durante la descarga y la venta de combustibles, se requiere tomar las precauciones para la eliminación de fuentes de ignición y derrames. Además, se establecen los procedimientos para la operación; estos procedimientos y normas constituyen el Manual de Procedimientos Operacionales (MPO) de las compañías y distribuidores.

Lo más nuevo y creciente en este rubro, son los controles ambientales. Estos controles incluyen instrumentos, medidores, sensores, y alarmas para evitar y controlar fugas, filtraciones, y derrames.

Estos sistemas y equipos de control abarcan ambos objetivos, la seguridad ocupacional y protección del medio ambiente, y están identificados en los siguientes documentos: Decreto 90³, D.S. 458⁴, D.S. 91⁵, normas y estándares extranjeros⁶ aprobados por la autoridad⁷, en las especificaciones técnicas de estos mismos equipos e instrumentos, en los manuales de seguridad de las empresas petroleras, y en el Capítulo 4 de esta guía (Prevención de la Contaminación).

En resumen, el riesgo mayor (explosión e incendio) en términos de probabilidad es de baja ocurrencia, y no es un riesgo ocupacional rutinario de la operación de la estación de servicio.

² Decreto Supremo N° 91, Código Eléctrico, 1993. Autoridad, Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

³ Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo. Agosto 1996.

⁴ Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ley General de Urbanismo y Construcciones, 1998.

⁵ Ministerio de Economía, Fomento, y Reconstrucción, Código Eléctrico.

⁶ API, ANSI, ASME, ASTM, BS, DIN, DOT, EPA, EN, HSE, IEEE, NACE, NEMA, NFPA, OCIMF, OSHA, TRbF, UL, VDE (detalladas en Decreto N°90).

⁷ La Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

El riesgo de choque con vehículos es más probable y los accidentes de este tipo son más frecuentes.

7.2 PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS Y TÓXICOS

A continuación, en la Tabla N°9 se presenta una lista general de los principales productos y sustancias utilizadas y manipuladas en las estaciones de servicios. Estos productos y sustancias deben ser identificados, y los trabajadores deben tener conocimiento de los usos y precauciones en su manipulación. Se deben tener las hojas de datos de seguridad⁸, (HDS), o en ausencia de las éstas, cualquiera otra hoja o ficha de información respecto a los productos. Esta información escrita sirve además para la capacitación de los trabajadores y usuarios.

Tabla N°9: Productos y Materiales Utilizados y Manipulados en las Estaciones de Servicio

| Producto / Sustancia | Descripción |
|------------------------------------|--|
| Gasolina con Plomo | Producto / Combustible |
| Gasolina sin Plomo | Producto / Combustible |
| Kerosene | Producto / Combustible |
| Diesel | Producto / Combustible |
| Aceites de Motor | Producto / Lubricante |
| Antifreeze (anti-congelante/calor) | Producto / Aditivo |
| Líquido de Frenos | Producto / Lubricante |
| Silicona spray | Producto |
| Pinturas (en spray y lata) | Para la mantención de las edificaciones. |
| Pegamentos | Para la mantención de las edificaciones. |
| Detergentes | Producto para el lavado de autos |
| Productos de Aseo | Para la mantención de las edificaciones. |
| Productos Farmacéuticos | Productos para las estaciones con farmacias. |
| Gas Licuado | Para la calefacción y casino de la estación. |
| Aceite Quemado | Residuo |
| Filtros de Aceite Sucios | Residuo |
| Trapos Sucios | Residuo |
| Antifreeze Usado | Residuo |

7.3 NIVELES DE RUIDO

Los ruidos generados por la circulación de los vehículos son factores de la urbanización. El Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República y el Ministerio de Salud, establecieron los niveles de emisión de ruidos para zonas residenciales y industriales.⁹. En

⁸ Norma Chilena N°2245.Of95, Hoja de datos de seguridad de productos químicos - Contenido y disposición de los temas.

⁹ Decreto Supremo N° 146 de 1997, 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, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, 1997.

términos generales, los ruidos normales del ambiente urbano, no se pueden controlar. Sin embargo, cualquier ruido proveniente del recinto de la estación de servicio, tales como compresor y generador, se deben minimizar.

Otra fuente de generación de ruido tiene relación con las lavadoras automáticas de automóviles. En general, este ruido no es muy molesto y no existe normativa específica respecto su operación. Es importante destacar que existen lavadoras tipo "túneles de lavado", que son más silenciosas. La utilización de estos túneles depende del proyecto.

Ultimamente, las estaciones de servicios más modernas han incorporado la venta de productos de consumo rápido y minimarket. A estas instalaciones les incorporan nuevos equipos de aire acondicionado y equipos de refrigeración, los cuales son instalados, la mayoría de las veces, a la intemperie, sobre las cubiertas (techos) o dispuestas lateralmente en algún recinto.

Con respecto a la exposición ocupacional a los trabajadores, en forma particular, se puede decir que los trabajadores no están expuestos al "ruido continuo".¹⁰ Este se atribuye a la variabilidad de los trabajos individuales y al flujo vehicular.

7.4 CONTROL DE RIESGOS

El primer paso para controlar los riesgos, es identificar cuales son estos riesgos. En la Tabla N°10, se entrega una lista de los riesgos asociados a los trabajos en las estaciones de servicios.

Con respecto a los accidentes de las estaciones de servicio, la Mutual de Seguridad reporta para el año 1997, una tasa de riesgo de 93.71% y un índice de accidentalidad de 5.98; se produjeron 337 accidentes con 5.274 días perdidos. Las circunstancias más recurrentes de accidentes son los golpes, los sobre esfuerzos y el ítem varios.

7.5 PROTECCION DE LOS TRABAJADORES

En términos generales, la protección de los trabajadores es bastante simple y consiste en cuatro componentes:

- 1) Identificación de los riesgos (accidentes, tendencias de accidentes);
- 2) Instrucciones y procedimientos específicos para todas las tareas del trabajo;
- 3) Capacitación; y
- 4) Provisión de los elementos de seguridad y protección personal.

Estos cuatro componentes es importante que estén escritos, y constituir así el programa de seguridad. Se entenderá como programa de seguridad el conjunto ordenado de actividades

¹⁰ La exposición ocupacional a ruido continuo se define en Artículos 64 - 68 del Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Decreto N° 745).

sistemáticas, destinadas a evitar o disminuir los riesgos de accidentes, enfermedades, y daños a las instalaciones.¹¹

Tabla N°10: Riesgos y Peligros Asociados a la Estaciones de Servicio

| Riesgos y Peligros | Condiciones y Actividades |
|--|--|
| Salud general | Falta de necesidades básicas de higiene y aseo personal, tales como agua potable, servicios higiénicos, comedores, guardarropas, ventilación, iluminación adecuada, calefacción, etc. ¹² |
| Dolores en las manos, las muñecas, brazos, cuello y espalda. | Problemas ergonómicos. Síndrome de uso excesivo de las extremidades superiores (SUADES). Problemas atribuidos a los movimientos recurrentes (repetitivos). Condiciones ergonómicas: uso de las pistolas del surtidor y de lavado; el trabajo en las cajas del mini-market, trabajos en las naves de engrase, etc.. ¹³ |
| Lumbagos, dolores musculares, torceduras. | Acciones de sobre esfuerzos. Levantar objetos pesados, tales como las tapas de las cámaras separadoras de aceite, empujar vehículos en pana, trabajar con el cuerpo extendido sobre el motor de auto. |
| Quemaduras | Contacto con equipos, máquinas y materiales calientes tales como, motores, agua del radiador, aceite vegetal caliente y hornos del casino, máquinas de café y hot dogs. En algunas lavadoras de autos usan vapor (agua caliente). |
| Golpes, contusiones | Al empujar vehículos. Golpes con equipos en movimiento tales como vehículos, elevadores hidráulicos, máquinas de lavado de autos. |
| Atrapamientos | Atrapamiento de manos, ropa, y pelo en las máquinas, tales como en el lavado automático, generadores, en los motores de los vehículos. |
| Caídas | Caídas del mismo nivel, tales como en pisos y superficies resbalosos, aceitosos; y caídas a otro nivel, tales como nave de engrase, pozos, elevadores. |
| Partículas en ojos | Spray en el lavado de auto, expulsión del líquido del radiador, partículas y líquidos derramados cuando se trabaja bajo el auto. |
| Irritación de la piel | Exposición a productos y químicos industriales, bencina, aceites, productos de aseo, detergente del lavado de autos. |
| Intoxicación | Exposición a los vapores de gasolina, exposición al asbesto. |
| Emergencias | Choques de vehículos, incendios, derrames, inundaciones, sismos, asaltos, cortes de energía, etc. |
| Actividades no rutinarias | Remodelaciones de la Estación de Servicio: excavación y cambio de los estanques, demolición y retiro de pavimentos. |

7.5.1 Identificación de los Riesgos

Riesgos de Actividades Rutinarias

En la Tabla N° 10 del punto 7.4 se detallan los riesgos que conllevan las actividades desarrolladas en una estación de servicio.

¹¹ Decreto N° 90, Artículo 1.6.

¹² Referencia, para Información Adicional ver Decreto N°745.

¹³ Información adicional y ejemplo: Párrafo III, Artículo 83 *De la Digitación*, del Decreto N° 745.

Riesgos de las Actividades No Rutinarias

Es importante considerar que los riesgos de accidentes aumentan cuando el estado de operación normal cambia; cuando se realizan las actividades no rutinarias, las cuales impiden la operación normal. En particular, se destaca que es común realizar actividades de mantenimiento, remodelación, y cambios de imagen corporativas. Dos trabajos importantes asociados con estas actividades, son los trabajos en altura y soldaduras (trabajos en caliente). Ambos tienen riesgos asociados y complican la operación normal de la estación.

Existen procedimientos específicos para la realización de estas tareas.¹⁴ Los encargados de las estaciones de servicio, tienen que preocuparse, adicionalmente, de la seguridad y supervisión de los trabajadores de los contratistas. Generalmente, los trabajadores no utilizan el cinturón o arnés de seguridad cuando trabajan en altura, como tampoco usan barandas en los andamios, ni la cantidad adecuada de tablonos, ni el freno correcto.

Además, no implementan los procedimientos para controlar las chispas cuando están soldando en las zonas peligrosas, tales como, cubrir los "manholes" y cajas veredas, tapar los surtidores y colocar arena mojada en la área de la playa alrededor la zona de trabajo de soldadura. Los encargados de las estaciones deben contar con procedimientos de este tipo o similares. Es importante destacar que estos procedimientos existen, y es necesario hacer un esfuerzo significativo para que se aplique correctamente.

Otra actividad no rutinaria es la remoción de los estanques existentes (antiguos). Esta actividad es altamente peligrosa (de explosión) y se requiere un seguimiento estricto de los procedimientos e instrucciones establecidas.

7.5.2 Instrucciones y Procedimientos de Operación

Manuales de Operación

Todas las compañías petroleras cuentan con procedimientos de operación (manuales), los cuales abordan las instrucciones administrativas, operacionales, y de varias maneras y grados los temas de seguridad y medio ambiente. Los temas que se abordan en estos *Manuales* incluyen:

¹⁴ Existen muchos protocolos para la realización de estas tareas, (excavación de estanques, trabajos en caliente, trabajos en altura, etc.). Estos protocolos los proporcionan las empresas petroleras, las mutuales de seguridad, las normativas chilenas, y normativas extranjeras. Algunos ejemplos de las Normas Chilenas: NCh 997 y 998.Of789 "Andamios, Terminología y Clasificación y Requisitos Generales de Seguridad"; NCh 1466.Of78 "Prevención de Riesgos en los Trabajos de Corte y Soldadura con Gas - Aspectos Generales"; NCh 1467.Of78 "Prevención de Riesgos en Corte y Soldadura al Arco - Generalidades"; NCh 351.Of56 "Prescripciones Generales de Seguridad para Escalas Portátiles de Madera, NCh 436.Of51 "Prescripciones Generales Acerca de Prevención de Accidentes del Trabajo"; NCh 1411/4.Of78 "Prevención de Riesgos - Parte 4: Identificación de Riesgos de Materiales"; NCh 347.Of55 "Prescripciones de Seguridad en la Demolición"; NCh 39.Of55 "Prescripciones de Seguridad en Excavaciones".

- Disposiciones legales y equipos mínimos de prevención de riesgos;
- Recepción de pedido de producto y descarga de producto: revisión de sellos, suspensión de ventas, colocación de barreras, inspección de área, colocación de extintores, identificación de estanque receptor, medición de estanque receptor, comprobación de combustible en el camión (gasolina con plomo tiene color rojo, sin plomo color verde);
- Drenaje de productos (terminación de la descarga, revisión de camión, comprobación de volumen, re-iniciación de ventas);
- Inspecciones internas y de las autoridades;
- Expendio de combustibles a vehículos, motos, y buses (procedimientos);
- Expendio de combustibles en envases;
- Derrames de combustibles (procedimientos);
- Eliminación de desperdicios;
- Control de incendios, control de accidentes;
- Pérdidas de producto (combustibles);
- Pautas sanitarias relativas del manejo de combustible (ingestión, inhalación);
- Presentación de personal y la playa (orden, aseo, señalización, etc.);
- Detección de filtraciones;
- Los servicios higiénicos;
- Instalaciones eléctricas;
- Las máquinas (bombas expendedoras, elevadores, medidores de presión de aire); y
- Protección contra robos y asaltos.

En términos generales estos manuales son muy buenos, pero existen algunas deficiencias; algunos no son completos en todos las áreas, faltan algunos protocolos, o existen protocolos no actualizados. Lo que es importante destacar, es que los encargados de la operación de las estaciones de servicios deben exigir el uso y cumplimiento de los procedimientos. En muchos casos, los encargados no están presentes durante todas las actividades que se desarrollan en la estación de servicio, y/o no tienen facilidades para exigir y/o fiscalizar a los contratistas, dado que fueron contratados por la casa matriz, quienes supervisan directamente a los contratistas bajo sus departamentos de ingeniería. Esta función se denomina "inspecciones técnicas".

Medidas de Seguridad y Protección Ambiental

Según el Decreto N°90, toda instalación que almacene, refine, transporte y expendan combustibles líquidos, debe contar con un Programa de Seguridad y el Reglamento Interno de Seguridad, y su personal estar debidamente capacitado para su correcto cumplimiento; además será aplicable a su personal y a toda persona que, por cualquier causa, concurra a las instalaciones. El *Reglamento Interno de Seguridad* deberá regular las siguientes materias:

- Definiciones;
- Supervisión;
- Organigrama;

- Comités paritarios de higiene y seguridad;
- Análisis seguro de trabajo (ATS);
- Procedimiento de trabajo seguro (PTS);
- Hoja de datos de seguridad (HDS);
- Medicina ocupacional;
- Instrucciones de prevención de riesgos en el manejo de combustibles;
- Programas de seguridad;
- Higiene industrial y contra incendio;
- Plan de emergencia;
- Relaciones con contratistas en aspectos de seguridad;
- Permisos de trabajo de mantención y construcción;
- Investigación de accidentes de trabajo;
- Obligaciones de la gerencia, servicio de prevención de riesgos, los supervisores y trabajadores;
- Prohibiciones a todo el personal;
- Sanciones y estímulos; y
- Normas especiales.

7.5.3 Areas de Capacitación

Los trabajadores de las estaciones de servicio deben ser debidamente capacitados, como parte de su protección y seguridad. Las áreas de capacitación comprenden, entre otros, los aspectos operativos, de seguridad, emergencias, y manejo de productos químicos y residuos.

7.5.4 Elementos y Equipos Básicos para la Seguridad

Las estaciones de servicio deben contar con los elementos y equipos básicos para la seguridad.

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 INN 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, O₃ y latente por NO₂, 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: Actualmente esta Norma se encuentra en revisión , en lo que se refiere a sus 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 asociado | : Sustancias peligrosas. Marcas, etiquetas y rótulos para información del riesgo 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. |
| Repatriación | : Instituto Nacional de Normalización. |
| Diario Oficial | : 22/05/87 |

8.7.2 Normativas de Salud y Seguridad Ocupacional²

• Norma NCh 388/Of. 55 / D.S. 1.314

| | |
|----------------|--|
| Título | : Prevención y extinción de incendios en almacenamiento de inflamables y explosivos. |
| Repatriación | : Ministerio de Economía |
| Diario Oficial | : 30/11/55 |

² La repatriación 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 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

• 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 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

Las estaciones de servicio generan principalmente emisiones evaporativas; residuos líquidos con contenidos de aceites y grasas, sólidos e hidrocarburos; y residuos sólidos, en especial aceites usados, lodos y elementos contaminados con aceite.

a) *Prevención de la Contaminación*

Procedimientos Operacionales Generales

- Prevención de las pérdidas;
- Segregación de los flujos de residuos;
- Medidas de procedimiento;
- Directrices para el personal; y
- Responsabilidades.

Medidas Preventivas Específicas

- Prevención de derrames: protección contra derrames, protección contra sobrellenado, detección de fugas;
- Los contenedores de aceite vacíos pueden ser utilizados para recolectar y almacenar los fluidos a base de petróleo que se usan en los automóviles;
- Las piezas metálicas u otras piezas que han estado en contacto con lubricantes, deben ser almacenadas en contenedores cerrados;
- El almacenamiento de los residuos debe estar en áreas cubiertas para prevenir la humedad y las filtraciones;
- Para aceites usados:

Las medidas de prevención específicas, con carácter de obligatoriedad, son:

- ⇒ Nunca disponer los aceites usados con la basura domiciliaria, en los sistemas de alcantarillado o en tierra;
- ⇒ No usar aceite usado para controlar el polvo;
- ⇒ Almacenar y rotular adecuadamente;
- ⇒ Mantener los contenedores de aceites en buen estado para evitar pérdidas.

Las medidas de prevención específicas, con carácter de recomendación, son:

- ⇒ Segregar los diferentes residuos con contenidos de aceites, y segregar de otros residuos;
 - ⇒ Reciclar;
 - ⇒ Usar aceites de alto rendimiento y de larga duración; y
 - ⇒ Educar al consumidor para realizar los cambios de lubricantes cuando es necesario y no prematuramente.
- Para solventes usados:

- ⇒ Eliminar la necesidad de usar solventes;
- ⇒ Buscar un adecuado sustituto al solvente;
- ⇒ Minimizar las pérdidas asociadas con el uso de solventes;
- ⇒ Segregar, reciclar, y recuperar el solvente usado; y
- ⇒ Almacenar los solventes usados apropiadamente.
- Para lavado de vehículos:
 - ⇒ Eliminar los solventes halogenados y aromáticos del lavado de vehículos;
 - ⇒ Separar los residuos líquidos del área de lavado de automóviles, de los residuos líquidos proveniente del lavado de pisos;
 - ⇒ En los sistemas automáticos de lavado, se debe minimizar los residuos mediante sistemas de recuperación de agua por filtración y eliminación de sólidos.
- En lavado de pisos se recomienda utilizar métodos "secos" para el lavado de las áreas de trabajo;
- Las medidas de prevención de olores son las relacionadas con las medidas de prevención de derrames y fugas; y
- Las medidas para prevenir los ruidos son básicamente la detención del funcionamiento de los motores en el establecimiento; y la restricción de velocidad de los vehículos.

Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental

b) Control de la Contaminación

Para el control de las emisiones generadas, existen métodos de control en el mercado, para: emisiones evaporativas en la carga de combustible; residuos líquidos; y aguas de lavado de automóviles, tanto tratamientos como recirculación con cero descarga. La elección de los sistemas de tratamiento, dependerá de las condiciones específicas de cada estación de servicio.

c) Seguridad Salud Ocupacional

- Mejorar las medidas de seguridad, con un mayor control del procedimiento de operación de las estaciones de servicio.

d) Consideraciones Generales

- Las estaciones de servicio deben reforzar su conocimiento y manejo de los problemas ambientales, especialmente en lo referente a líquidos y sólidos.
- El manejo ambiental de los residuos sólidos dentro de los recintos, debe ser implementado en el corto plazo.
- Los sistemas de control implementados deben ser operados y mantenidos adecuadamente.
- La entrega de residuos a terceros para su disposición, debe estar reglamentada de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.

Es importante hacer notar, que las recomendaciones y medidas entregadas en este informe, no incluyen las estaciones de servicio de los puertos aéreos ni marítimos, las cuales manejan otro tipo de combustibles y volúmenes.

11 BIBLIOGRAFIA

1. PROPEL CHILE, *Situación Urbano- Ambiental de la Comuna de Talcahuano*, 1996.
2. CONAMA RM - Universidad de Chile, *Estimación de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) desde Estaciones de Servicio en la Región Metropolitana*, Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 1996.
3. CONAMA - CADE-IDEPE, *Análisis de la Política Ambiental Nacional en la Producción, Distribución y Consumo de Combustibles*, 1997.
4. Swedish Environmental Protection Agency, *Vehicle Service Centres and Petrol Stations*, Industry Fact Sheet, april 1992.
5. Gestión Ambiental Consultores, *Estación de Servicio ESSO Ñuñoa*, Declaración de Impacto Ambiental, 1997.
6. Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), *Estadísticas*, página WEB, 1998.
7. Empresa Nacional del Petróleo, *Memoria Anual 1997*, 1997.
8. Environmental Protection Agency, *Emission Factor Documentation for AP-42, Petroleum Industry*, 1995.
9. Instituto Nacional de Normalización - INN, *Sistema de Gestión Ambiental, ISO 14.001*, 1996.
10. 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.
11. Refinería de Petróleos de Concón S.A., *Propiedades Físicas de los Combustibles*, 1985.
12. CCAR- Green Link, *Web Page* producida por CCAR, 1997.
13. Comunidad Europea, *Emission Inventory Guidebook*, Gasoline Distribution, febrero 1997.
14. British Columbia Ministry of Environment, Lands & Parks, *The Environmental Protection Compendium: Summary of Environmental Standards & Guidelines for Fuel Handling, Transportation and Storage*, 1995.

15. New Mexico Environment Department Underground Storage Tank Bureau, *Spill, Overfill, and Corrosion Protection for Underground Storage Tanks*, 1997.
16. CONAMA, *Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana*, 1997.
17. CORFO, *Líneas de Intermediación Financiera de CORFO, Normas para su Utilización*.
18. CONAMA Región Metropolitana - INTEC-CHILE, *Pautas para Prevención y Control de la Contaminación en la Industria Procesadora de la Carne*, 1995.
19. CADE-IDEPE, *Análisis de la Política Ambiental Nacional en la Producción, Distribución y Consumo de Combustibles*, 1997.
20. Mc Arragher, J.S., Betts, W.E. et. al., *Evaporative Emissions from Modern European Vehicles and their Control*, SAE Thecnical Paper 880315.
21. Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen (LWA), *Mineralöhlhaltige Abwasser aus Kfz-Werkstätten, Waschanlagen und Tankstellen (Aguas Residuales Provenientes de Talleres Automotrices, Instalaciones de Lavado y Bombas de Bencina)*, Düsseldorf, Alemania; Abril 1992.
22. Abwassertechnische Vereinigung e.V. (ATV), *Richtlinien für den Anschluss von Autobahnnebenbetrieben an Kläranlagen - Arbeitsblatt A 109 (Reglas Técnicas para la Conexión de Servicentros en Carreteras a Plantas Depuradoras)*, Alemania; Enero 1983.
23. Higgins, Thomas E., *Pollution Prevention Handbook*, Capítulo 5.
24. Water Environment Federation, *Controlling Vehicle Service Facility Discharges in Wastewater*, 1995.
25. Geras, Hartinger, Lohmeyer, Schwering, *Abwassertechnik*, Weka Fachverlag, Alemania, 1994.

ANEXO 1

**NORMA DE DESCARGA DE EFLUENTES A SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO**

DECRETO 609/98 CONAMA

DECRETO N° 609 DEL 7 DE MAYO DE 1998
(PUBLICADO EN DIARIO OFICIAL N°36.118 DEL 20 DE JULIO DE 1998)

TABLA N°3
LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS PARA DESCARGAS DE EFLUENTES
QUE SE EFECTUEN A REDES DE ALCANTARILLADO QUE NO CUENTEN
CON PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

| PARAMETRO | UNIDAD | LIMITE MAXIMO |
|-----------------------------|---------|----------------------|
| Aceites y Grasas | mg/L | 150 |
| Alumino | mg/L | 10 |
| Arsénico | mg/L | 0.5 |
| Boro | mg/L | 4 ⁽¹⁾ |
| Cadmio | mg/L | 0.5 |
| Cianuro | mg/L | 1 |
| Cobre | mg/L | 3 |
| Cromo Hexavalente | mg/L | 0.5 |
| Cromo Total | mg/L | 10 |
| Hidrocarburos Totales | mg/L | 20 |
| Manganeso | mg/L | 4 |
| Mercurio | mg/L | 0.02 |
| Níquel | mg/L | 4 |
| pH | Unidad | 5.5 - 9.0 |
| Plomo | mg/L | 1 |
| Poder Espumógeno | mg/L | 7 |
| Sólidos Sedimentables | ml/L 1h | 20 |
| Sulfatos | mg/L | 1.000 ⁽²⁾ |
| Sulfuros | mg/L | 5 |
| Temperatura | °C | 35 |
| Zinc | mg/L | 5 |
| DBO ₅ | mg/L | .(3) |
| Fósforo | mg/L | 10-45 ⁽⁴⁾ |
| Nitrógeno Amoniacal | mg/L | 80 |
| Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | 300 ⁽⁵⁾ |

Notas: ver en Norma

DECRETO N° 609 DEL 7 DE MAYO DE 1998
(PUBLICADO EN DIARIO OFICIAL N°36.118 DEL 20 DE JULIO DE 1998)

TABLA N°4
LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS PARA DESCARGAS DE EFLUENTES
QUE SE EFECTUEN A REDES DE ALCANTARILLADO QUE CUENTEN
CON PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

| PARAMETRO | UNIDAD | LIMITE MAXIMO |
|-----------------------------|---------|----------------------|
| Aceites y Grasas | mg/L | 150 |
| Alumino | mg/L | 10 |
| Arsénico | mg/L | 0.5 |
| Boro | mg/L | 4 ⁽¹⁾ |
| Cadmio | mg/L | 0.5 |
| Cianuro | mg/L | 1 |
| Cobre | mg/L | 3 |
| Cromo Hexavalente | mg/L | 0.5 |
| Cromo Total | mg/L | 10 |
| Hidrocarburos Totales | mg/L | 20 |
| Manganeso | mg/L | 4 |
| Mercurio | mg/L | 0.02 |
| Níquel | mg/L | 4 |
| pH | Unidad | 5.5 - 9.0 |
| Plomo | mg/L | 1 |
| Poder Espumógeno | mg/L | 7 |
| Sólidos Sedimentables | ml/L 1h | 20 |
| Sulfatos | mg/L | 1.000 ⁽²⁾ |
| Sulfuros | mg/L | 5 |
| Temperatura | °C | 35 |
| Zinc | mg/L | 5 |
| DBO ₅ | mg/L | .(3) |
| Fósforo | mg/L | 10-15 ⁽⁴⁾ |
| Nitrógeno Amoniacal | mg/L | 80 |
| Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | 300 ⁽⁵⁾ |

Notas: ver en Norma