
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE-REGION METROPOLITANA

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

INDUSTRIA GRAFICA

**SANTIAGO
AGOSTO DE 1999**

INDICE

Página

1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION	2
2.1 PRODUCTORES	2
2.2 ESTADISTICAS DE PRODUCCION.....	3
2.3 PROCESO DE PRODUCCION	3
2.3.1 Offset/Litografía.....	4
2.3.2 Huecograbado.....	6
2.3.3 Flexografía.....	7
2.3.4 Tipografía.....	8
2.3.5 Serigrafía.....	8
2.3.6 Uso de Técnicas	9
3. GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES.....	10
3.1 IDENTIFICACION DE LAS FUENTES GENERADORAS DE IMPACTO.....	10
3.1.1 Emisiones Atmosféricas	11
3.1.2 Residuos Industriales Líquidos.....	11
3.1.3 Residuos Industriales Sólidos.....	12
3.2 ESTIMACION GLOBAL DE RESIDUOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL.....	13
3.2.1 Emisiones Atmosféricas	13
3.2.2 Residuos Líquidos.....	15
3.2.3 Residuos Sólidos.....	16
3.2.4 Olores.....	16
3.2.5 Ruidos.....	17
4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS	18
4.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....	18
4.1.1 Procesamiento de Imagen.....	18
4.1.2 Uso de Tintas	19
4.1.3 Solución Fuente.....	22
4.1.4 Uso de Solventes.....	24
4.1.5 Sustrato / Papel.....	26
4.1.6 Relación con Proveedores	27
4.2 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	27
5. MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN (END-OF-PIPE).....	30
5.1 TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	30
5.1.1 Oxidantes Térmicos.....	31
5.1.2 Oxidantes Catalíticos.....	31
5.1.3 Adsorción con Filtros de Carbón Activado.....	32
5.1.4 Sistemas de Absorción.....	33
5.1.5 Condensación.....	33
5.1.6 Biofiltración.....	34
5.2 TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS.....	35
5.2.1 Sistema de Recuperación o Intercambio.....	36
5.2.2 Recuperación Electrolítica.....	37

5.3	TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	37
5.3.1	Uso como Combustible Alternativo.....	37
5.3.2	Incineración.....	38
5.4	TÉCNICAS DE DISPOSICION FINAL.....	39
5.4.1	Relleno Sanitario.....	39
5.4.2	Depósito de Seguridad.....	39
5.4.3	Consideraciones Generales	40
5.5	RESUMEN	40
5.6	SISTEMAS FACTIBLES DE CONTROL Y EFICIENCIA DE REDUCCION DE LOS CONTAMINANTES.....	42
6. ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION		43
6.1	BENEFICIOS DEL USO DE TECNOLOGIAS MAS LIMPIAS Y MEDIDAS DE PREVENCION	43
6.2	INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DE MEDIDAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION.....	43
7. SALUD OCUPACIONAL		48
7.1	INTRODUCCIÓN.....	48
7.2	CONTROL DE RIESGOS.....	48
7.3	EXPOSICION A PRODUCTOS QUÍMICOS.....	50
7.4	EXPOSICION AL RUIDO.....	53
7.5	PROTECCION DE LOS TRABAJADORES	54
7.5.1	Areas de Capacitación / Educación.....	54
7.5.2	Elementos Básicos–Salud y Seguridad Ocupacional.....	55
8. LEGISLACION Y REGULACIONES AMBIENTALES APLICABLES A LA INDUSTRIA		57
8.1	NORMATIVAS QUE REGULAN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS.....	57
8.2	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	58
8.3	NORMATIVAS QUE REGULAN LAS DESCARGAS LÍQUIDAS.....	60
8.4	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	62
8.5	NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS.....	63
8.6	NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	63
8.7	NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.....	67
8.7.1	Normas Relativas al Agua.....	67
8.7.2	Normativas de Salud y Seguridad Ocupacional.....	67
9. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCION DE PERMISOS.....		69
9.1	CERTIFICADO DE CALIFICACION TECNICA.....	70
9.2	INFORME SANITARIO	70
9.3	PERMISOS MUNICIPALES.....	72
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		73
11. BIBLIOGRAFIA.....		76

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 la Industria Gráfica. 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 Industria Gráfica, 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

El rubro de la industria gráfica es complejo de analizar y manejar desde el punto de vista ambiental, pues presenta una combinación de procesos, junto con una gran variedad de técnicas de impresión, como litografía o serigrafía.

La importancia ambiental que se adjudica a una gestión apropiada de las imprentas se ratifica por la necesidad de controlar las emisiones atmosféricas, asociadas al manejo de solventes y tintas, la necesidad de manejar residuos líquidos industriales provenientes de procesos de revelado y tratamiento, y el problema de residuos sólidos que va desde una importante presencia de elementos reciclables, como el papel, hasta la existencia de residuo peligrosos, tantos por características de toxicidad, inflamabilidad y reactividad.

Esta guía se compone de un capítulo donde se revisa el nivel de producción asociado al rubro, continuando con un análisis del tipo de residuos generados y el volumen de generación de los mismos. Se tratan luego las medidas de prevención de generación de residuos. Posteriormente se revisan las alternativas de tratamientos. El capítulo siguiente trata sobre aspectos económicos relacionados al control ambiental referido en los puntos anteriores. A continuación se presenta una revisión de aspectos de seguridad laboral, siguiendo con una presentación de temas legales y obtención de permisos. Se finaliza con un capítulo de conclusiones y consideraciones finales.

2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION

En general la actividad de industria gráfica involucra cinco etapas fundamentales:

- Procesamiento de imagen
- Pruebas
- Procesamiento de placas (existen procesos que no incluyen esta etapa)
- Impresión
- Acabado

Existen variadas técnicas o procesos de impresión, siendo los más usadas:

- Offset o litografía (en Chile son utilizados como términos equivalentes)
- Flexografía
- Hecograbado
- Serigrafía
- Tipografía
- Impresión digital

El presente documento cubre todas las etapas del proceso de impresión y las cinco primeras técnicas mencionadas.

2.1 PRODUCTORES

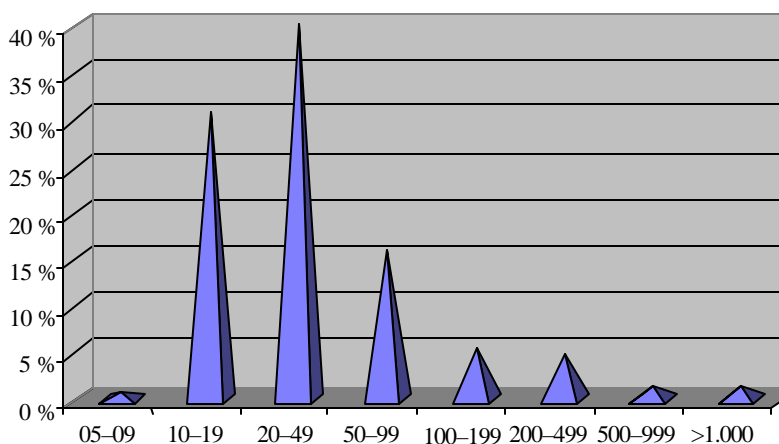


Figura 2.1: Empresas por Número de Empleados en la Región Metropolitana (INE, 1996)

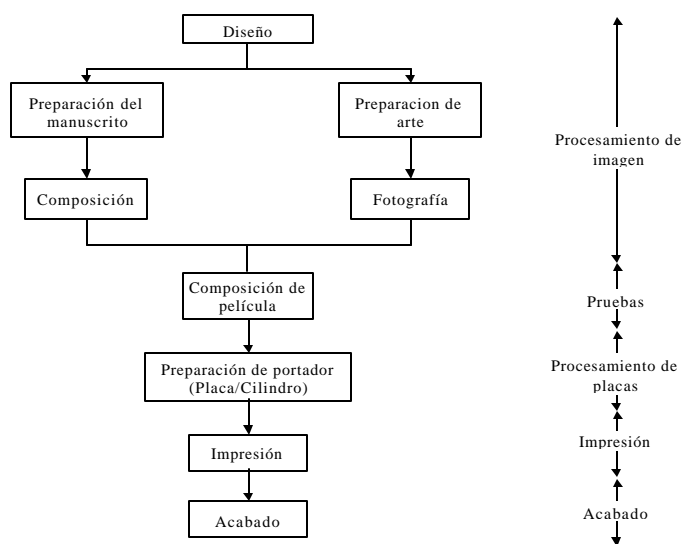
Las empresas dedicadas a la impresión se agrupan en los rubros de *Imprenta y Encuadernación* (CIU 34201) y *Editoriales* (CIU 34204). Se debe notar sin embargo, que existen una serie de otros rubros industriales en los cuales se utilizan procesos de impresión (CENMA, 1997). En 1996, en la Región Metropolitana, se tenían inscritas sobre 400 empresas en alguno de los rubros indicados anteriormente (INE, 1996). En tanto la Asociación

Chilena de Seguridad indica que el número de empresas asociadas a este rubro, a nivel nacional, es de varios miles. La figura 2.1 muestra la distribución porcentual en la Región Metropolitana de la cantidad de industrias agrupadas según el número de empleados.

2.2 ESTADISTICAS DE PRODUCCION

El registro ENIA de Industrias Manufactureras (INE, 1994; 1995) presenta la estadística del sector a nivel nacional. Para industrias de 50 o más empleados, el valor total de lo facturado en 1994 fue \$58.625.427.000. Al comparar con el producto interno bruto nacional de 1994, que ascendió a \$ 5.855.011.000.000 (INE, 1996), se concluye que la contribución del rubro es mayor al 1% del producto interno bruto nacional.

2.3 PROCESO DE PRODUCCION



En general las etapas que conforman el proceso de impresión son el procesamiento de imagen, pruebas, preparación de placas, impresión y acabado, tal como describe la figura 2.2.

Procesamiento de Imagen: En esta etapa el texto, fotografía y arte son ensamblados para producir un trabajo preliminar. Generalmente los insumos son películas y químicos. Los residuos asociados son películas usadas y residuos líquidos por procesos de revelado.

Figura 2.2: Proceso Típico de Impresión (Field, 1980)

En esta etapa se analiza si el trabajo preliminar está listo para ser llevado a placas. Existe además una etapa de pruebas dentro de la etapa de procesamiento de placas. El residuo generado es el material no aprobado.

Procesamiento de Planchas o Placas: En esta etapa se prepara el portador de la imagen, que generalmente consiste en placas de diversos materiales. El principio empleado para traspasar la tinta al sustrato diferencia las técnicas de impresión. En esta etapa dependiendo del tipo de placa tratada pueden producirse emisiones atmosféricas importantes como es el caso de impresión flexográfica, y residuos tanto líquidos como sólidos.

Impresión: La etapa de impresión consiste en el traspaso de tinta, desde la placa de impresión hasta el sustrato, que es la superficie de aplicación.

Acabado: Consiste de una etapa de secado y acabado o terminación.

Las principales materias primas usadas por las industrias gráficas son las tintas y los sustratos. Un sustrato es cualquier material sobre el cual la tinta es impresa, tal como papel, madera, metal,

plástico o textil. Otras materias primas usadas incluyen cilindros de grabado, películas fotográficas, productos químicos del proceso fotográfico, planchas de impresión, químicos de proceso de planchas, soluciones fuente, fijadores, baños de lavado, reductores, intensificadores, solventes y paños de limpieza.

2.3.1 Offset/Litografía

Es el proceso de impresión predominante, aún en aumento, esperándose que alcance una incidencia algo inferior al 50% en las aplicaciones de impresión (Shen, 1995). Existen tres tipos de offset: cold-set-web-offset (alimentación en bobina con sistema en frío), heat-set-web-offset (alimentación en bobina con secado en base a aplicación de calor) y sheet-fed-offset (alimentación en hojas). El proceso se resume en la figura 2.3.

Procesamiento de Imagen: Se inicia con la preparación del arte o copia, fotografiando el material para producir transparencias. Si se requiere imprimir una imagen a color, las separaciones de color son hechas para obtener una imagen de color simple. Cuando la película ya ha sido desarrollada, revisada y fotografiada se envía a la placa o bien al cilindro de operación. Las imprentas utilizan los mismos procedimientos que el rubro de fotografía. Los materiales incluyen papel, película, emulsión fotográfica, conteniendo ésta última sales de haluro de plata en gelatina. Los reveladores comúnmente están constituidos por derivados de benceno. Los dos agentes reveladores más usados son la hidroquinona y el metol. En general, los reveladores contienen sustancias aceleradoras, preservantes e inhibidoras. La acción de los reveladores es detenida por la inmersión de la película en un baño de fijación, en base a tiosulfato de sodio, tiosulfato de amonio o hiposulfito de sodio. Estos convierten los haluros de plata de la emulsión fotografiada en complejos solubles. El tiosulfato de sodio es el mayor componente de los baños de fijación. Luego de la fijación del negativo o positivo, algunos químicos como el tiosulfato de sodio permanecen en la capa de emulsión de gelatina. Su remoción debe ser efectuada a fin de evitar la reacción con la plata y posterior formación de sulfuro de plata. Se utilizan químicos con el fin de reducir o aumentar la densidad de los depósitos metálicos, a fin de cambiar el contraste de la imagen. Los reductores utilizados son sulfato de amonio férrico, ácido sulfúrico y ferrocianuro de potasio, los cuales oxidan la plata metálica y forman sales solubles. Los intensificadores usados contienen nitrato de plata, pirogalol, ácido cítrico y otros contienen, sales de mercurio, metales y ácido cítrico. Estos intensifican el oscurecimiento de los depósitos de plata.

Pruebas: Los residuos asociados a esta etapa corresponden a película y papel. Con el uso de las imágenes digitales, esta etapa podría ser eliminada.

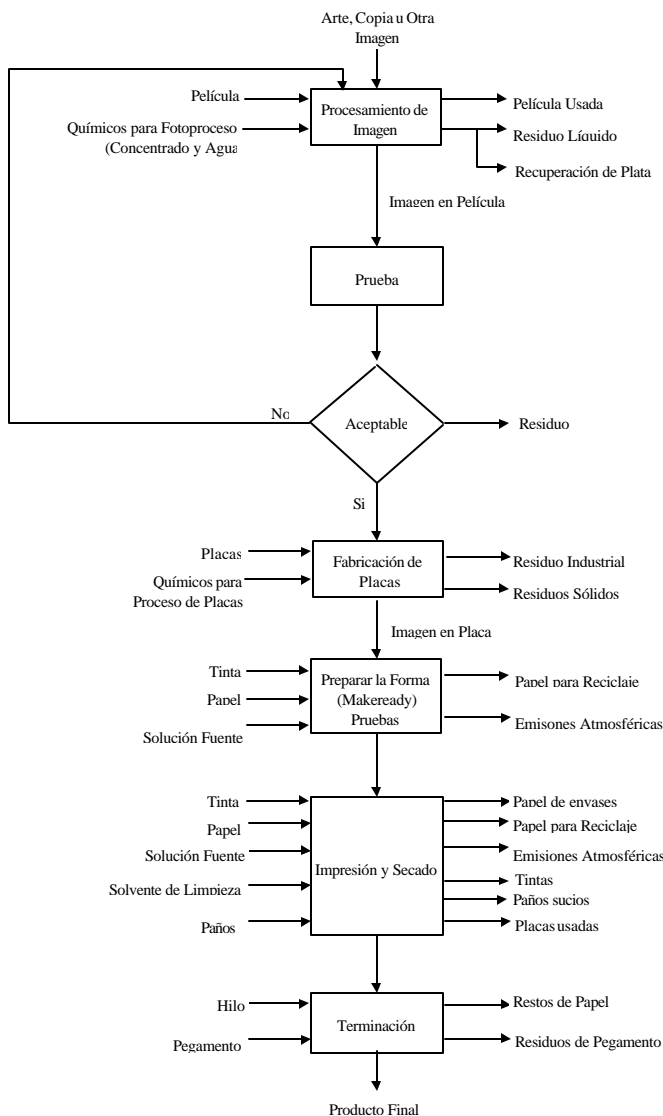


Figura 2.3: Diagrama de Proceso de Offset (USEPA, 1990; INTEC, 1998)

Procesamiento de Placas: El proceso de impresión involucra la participación de un portador de imagen, que puede ser una placa o cilindro, el cual recibe la tinta y transfiere la imagen a una capa de goma. Esta capa transfiere la tinta al papel. El tipo de portador depende del tipo de proceso de impresión utilizado. A su vez, el tipo de portador de imagen determina el tipo de tinta, magnitud de la presión a aplicar, número y velocidad de impresión, y características de la imagen. Los más usuales son manuales, mecánicos, electrostáticos y fotomecánicos.

Impresión: Se usan prensas con alimentación de hojas o prensas de bobina¹. El proceso comienza con la fijación de las placas a la prensa. En un proceso litográfico, las placas son dispuestas en un cilindro rotatorio, en donde la imagen es transferida en un medio conformado por una solución de humidificación con agua y tinta en base aceite. La imagen es transferida desde una capa o lienzo a un sustrato. Después de la impresión, el sustrato es pasado a través de un sistema de secado, dependiendo del tipo de tinta utilizada.

¹ Las prensas de bobina son utilizadas en grandes volúmenes de impresión rápida, en la cual la impresión se efectúa sobre un rollo continuo de papel. Luego el papel es cortado y llevado al tamaño deseado. La prensa por alimentación de hojas imprime en láminas individuales de papel u otro sustrato.

Acabado: En esta etapa el producto impreso es preparado para su presentación final. Incluye troquelado y pegado. La figura 2.4 muestra el principio de impresión offset, en la cual se observa como traspasa la tinta al sustrato.

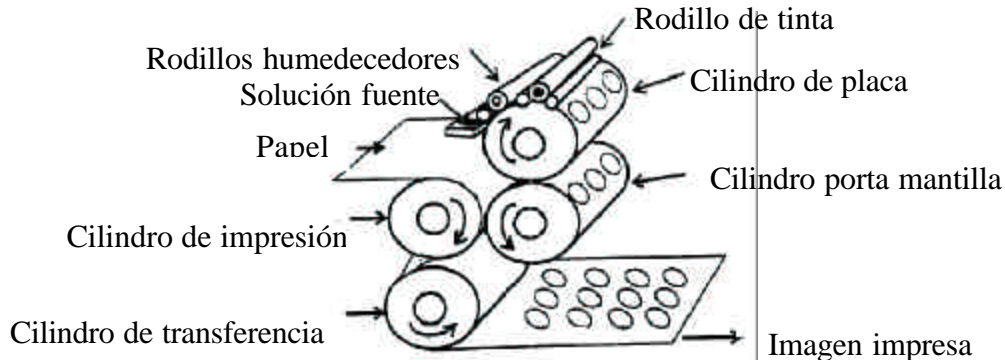


Figura 2.4: Principios de Litografía Offset (USEPA, 1994; 1997)

2.3.2 Huecograbado

Esta técnica utiliza un portador de imagen cilíndrico en el que el área de impresión esta bajo el área de no impresión, utilizándose tinta en base a solventes para asegurar el secado. Los huecos son llenados con tinta y el sobrante es limpiado del área de no impresión antes que la superficie a ser impresa entre en contacto con el cilindro y extraiga la tinta de los huecos. Se usa para partidas grandes y sistemas de gran velocidad, en publicaciones que requieren gran calidad, revistas, catálogos y publicidad. Tiene gran aplicabilidad en la impresión de envases, cajas y rotulados. Puede imprimir tintas brillantes en forma eficiente. Los solventes utilizados en las tintas contienen compuestos orgánicos volátiles (en adelante COVs), los cuales se evaporan en la etapa de secado de las prensas, aunque algún porcentaje (hasta el 7%²) puede ser retenido por el rodillo. La figura 2.5 muestra el principio de impresión por huecograbado, en la cual se observa como traspasa la tinta al sustrato.

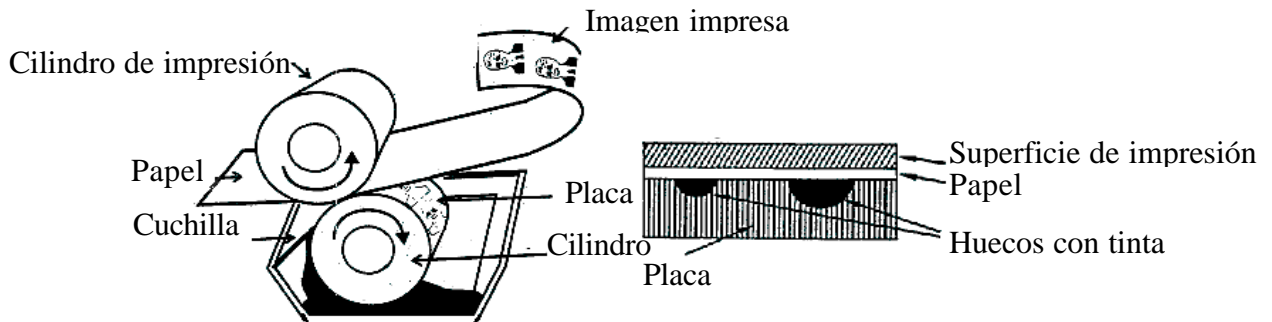


Figura 2.5: Principios de Huecograbado (USEPA, 1994; 1997)

² Estimación para Estados Unidos (Buonicore, 1992).

2.3.3 Flexografía

Es una forma de tipografía que utiliza una plancha de plástico flexible o goma en una prensa rotatoria. Se utiliza principalmente para envases plásticos, papel corrugado, cartones de leche, cortinas de baño y bolsas de papel. Este procedimiento da buenos resultados en grandes superficies y asegura colores brillantes. Debido al aumento en el uso de envases, la flexografía muestra un incremento constante. La figura 2.6 muestra el principio de impresión por flexografía.

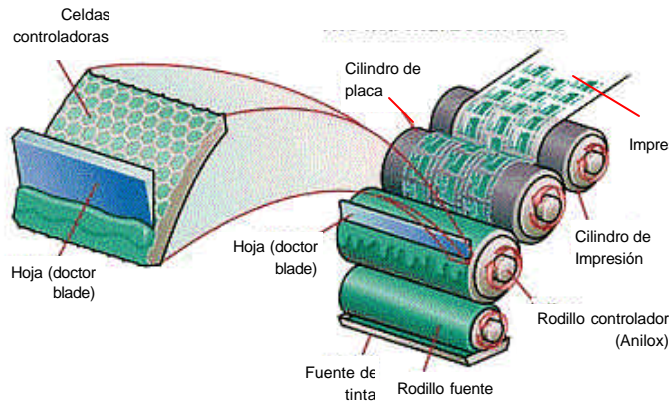


Figura 2.6: Principios de Flexografía
(Williamson Printing Material Limited)

En su forma más simple y común el sistema de impresión por flexografía depende de cuatro partes fundamentales:

Rodillo Fuente: El rodillo fuente es generalmente un rodillo cubierto de goma natural o sintética. Se le hace rotar sobre una fuente de tinta líquida. Su propósito es llevar un flujo desde la fuente al rodillo controlador o dosificador.

Rodillo Controlador (Anilox): El rodillo dosificador de tinta, llamado rodillo anilox, es comúnmente de metal o revestido de cerámica, grabado en toda su superficie con celdas extremadamente pequeñas cuyo número fluctúa entre 80 a 500 por pulgada lineal. El propósito del rodillo es de proveer en forma controlada y dosificada una película fina de tinta a las placas de impresión fijadas al siguiente rodillo en la cadena (denominado el cilindro de placa).

Cilindro de Placa: Es generalmente un cilindro de metálico que soporta la placa con la imagen, y que está ubicado entre el rodillo anilox y el cilindro de impresión. El cilindro anilox transfiere la película dosificada de tinta a la superficie saliente de la placa, la cual a su vez transfiere la tinta a la superficie del sustrato.

Cilindro de Impresión: El cilindro de impresión tiene una superficie de metal pulido que sirve de respaldo o soporte al sustrato al entrar éste en contacto con la placa de impresión.

2.3.4 Tipografía

Es uno de los métodos más antiguos de impresión. Actualmente se utiliza para la impresión de periódicos y revistas. Sin embargo su uso está declinando con el mayor uso de la litografía. El sistema se basa en un sistema de prensas de placas hecho de dos superficies planas llamadas cama y superficie de impresión, tal como muestra la figura 2.7. La placa que contiene la imagen es localizada en la cama, en tanto que el sustrato se apoya contra la superficie de impresión. La placa es entintada y luego la superficie de impresión hace presión de forma tal que el sustrato entra en contacto contra la placa produciéndose la impresión.

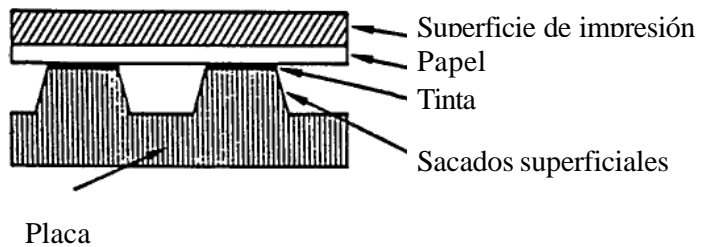
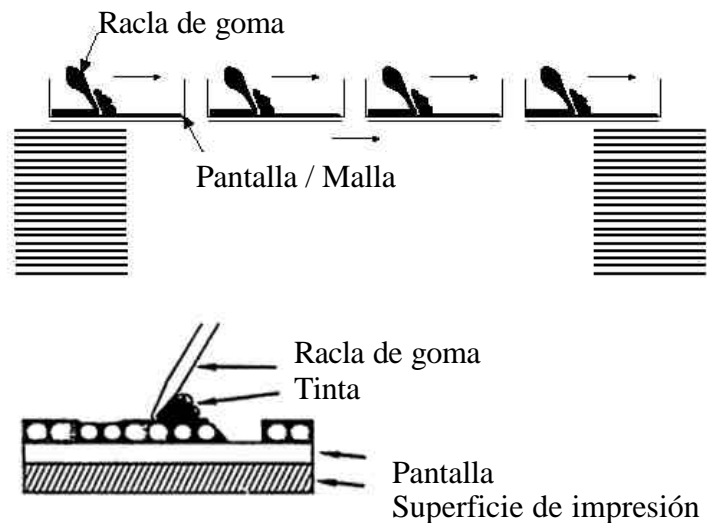


Figura 2.7: Principios de Tipografía (USEPA, 1994)

2.3.5 Serigrafía

Se trata de un proceso en el cual la tinta es pasada sobre una superficie a ser impresa mediante la presión ejercida sobre un portador de imagen poroso (malla), en el que el área de impresión está abierta y la de no-impresión está sellada. Se utilizan tintas líquidas viscosas en base a solvente para posibilitar el secado. Puede imprimir en casi cualquier sustrato, incluyendo madera, vidrio, plásticos, metales y telas. Se utiliza especialmente para la impresión de poleras, pósters, lienzos, calcomanías y papel mural. Se aplica también en la impresión de partes de circuitos impresos. La figura 2.8 muestra el principio de impresión por serigrafía.

Figura 2.8: Principios de Serigrafía. (USEPA 1994; 1997)



2.3.6 Uso de Técnicas

La siguiente tabla resume las principales aplicaciones de cada técnica.

Tabla 2.1: Relación entre Industria y Técnica (Richardson, 1995)

Trabajo	Técnica
Prensa ³	Cold-set-web-offset; Tipografía (comunidades rurales)
Edición y Publicación ⁴	Cold/heat-set-web-offset; Sheet-fed-offset; Huecograbado; Serigrafía
Envases ⁵	Sheet-fed-offset; Huecograbado; Flexografía; Serigrafía
Envasado Rígido ⁶	Sheet-fed-offset ⁷
Decoración ⁸	Huecograbado; Flexografía; Serigrafía

³ Prensa: Impresión de periódicos y diarios.

⁴ Edición y Publicación: Impresión de libros, revistas, catálogos, comerciales.

⁵ Envases: Impresión de productos para embalaje y envasado, tales como cartón, cartón corrugado, papel, plástico flexible, hojas de aluminio y películas de celuloide.

⁶ Envasado Rígido: Impresión de latas de alimento y de aerosol.

⁷ Se hace notar que usualmente un barnizado es adicionado, lo que implica un alto nivel de emisiones de COVs.

⁸ Manufactura de lienzos para muros, pisos, etc., en papel o plástico.

3. GENERACION DE RESIDUOS Y ASPECTOS AMBIENTALES

3.1 IDENTIFICACION DE LAS FUENTES GENERADORAS DE IMPACTO

En general los residuos típicos generados son restos de películas y soluciones de procesamiento (reveladores y fijadores), residuos de tintas conteniendo componentes peligrosos, solventes contaminados con tinta y trapos utilizados para limpieza y aceites lubricantes para maquinaria (CENMA, 1997), siendo, según la bibliografía, más importantes en orden las emisiones atmosféricas. Los residuos pueden clasificarse según la etapa del proceso en que se generen, tal como muestra la tabla 3.1. Notar que este listado es genérico y no especifica las diferencias de cada una de las técnicas de impresión. Para ver información detallada al respecto consultar a CONAMA RM el informe que generó esta guía, o ir al sitio WEB de la US EPA y buscar el documento: EPA/310-R-95-014 August 1995a, Profile of the Printing and Publishing Industry, que contiene listados exhaustivos sobre los residuos asociados a cada uno de los procesos en particular.

Tabla 3.1: Residuos de Imprentas por Etapa de Generación (PNPPRC, 1997)⁹

Etapa	Tipos de Residuos
Procesamiento de Imagen	<ul style="list-style-type: none">• Película expuesta y sobrante• Restos de papel• Latas de aerosol• Revelador usado y fijador usado• Químicos de lavado usado• Paños sucios• Envases de productos químicos• Pruebas rechazadas• COVs• Residuos líquidos conteniendo reveladores usados, fijadores con plata, intensificadores, reductores y agua de lavado• Materiales vencidos
Pruebas	<ul style="list-style-type: none">• Restos de papel• Residuos de goma y adhesivos• Envases
Procesamiento de Placas	<ul style="list-style-type: none">• Placas dañadas• Envases de productos químicos• Solventes y agua de lavado usada• COVs• Materiales vencidos

⁹ Todas las etapas incluyen operaciones de limpieza.

Etapa	Tipos de Residuos
Impresión	<ul style="list-style-type: none"> • Envases de tinta • Impresos rechazados • COVs (solución fuente, tintas, limpieza, adhesivos) • Residuos de tinta y solvente • Trapos • Placas usadas y dañadas • Soluciones fuentes usadas • Cilindros o superficies dañadas • Aceite usado
Acabado	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Adhesivos

3.1.1 Emisiones Atmosféricas¹⁰

Las emisiones de contaminantes atmosféricos son causadas principalmente por el uso de solventes y de diluyentes de tintas, las cuales son emitidas durante su aplicación y secado. Esta situación se verifica con mayor frecuencia en el caso del huecograbado y serigrafía. Los solventes utilizados en la limpieza (tanto su almacenamiento como manipulación) y como humidificadores (solución fuente) son fuentes potenciales de contaminación, así como el uso de pegamentos y gomas, especialmente en la etapa de publicación. Entre otros componentes están el xileno, MEK y tolueno. El listado de posibles fuentes de contaminación atmosférica se presenta en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Posibles Fuentes de Emisiones Atmosféricas (PNPPRC, 1997)

Posible Emisión Atmosférica	Punto de generación
Compuestos de aerosoles	Durante uso
Revelador	Durante su uso o almacenamiento
Fijador	Durante su uso o almacenamiento
Solventes para limpieza	Durante su uso o almacenamiento
Revelador de placa en base a solvente	Durante uso
Solución fuente (alcohol isopropílico)	Durante uso
Tinta	Durante uso
Soluciones de limpieza de prensa (solventes, diluyentes)	Durante su uso o almacenamiento
Adhesivos	Durante uso
Tinta y emulsiones	Durante uso

3.1.2 Residuos Industriales Líquidos

En las etapas de proceso de imágenes e impresión es donde pueden detectarse las principales fuentes de residuos líquidos. El residuo líquido se constituye como una composición de aguas

¹⁰ Desde el 30 de Mayo de 1999 la U.S. E.P.A. hizo efectivo los nuevos estándares de emisión de contaminantes atmosféricos, bajo el documento "Standard for Hazardous Air Pollutant Emissions for the Printing and Publishing Industry" (40 CFR 63, subpart KK). Una instalación se considerará un generador grande si emite 10 (t/año) de contaminantes listados, o si produce 25 (t/año) en total de los contaminantes combinados (Flint Ink, 1998a)

generadas en el proceso de impresión mismo, aguas de enjuague, compuestos reveladores y aceites lubricantes.

Tabla 3.3: Posibles Residuos Líquidos (PNPPRC, 1997)

Posible Residuo Líquido	Tipo de Constituyente
Revelador de película usado	Hidroquinona
Fijador de película usado	Plata
Agua de enjuague del fotoproceso	Plata

3.1.3 Residuos Industriales Sólidos

Se puede hacer distinción entre los compuestos potencialmente peligrosos y los que no los son. Basado en las indicaciones del *Borrador de Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos* (MINSAL, 1999) y otras referencias (USEPA, 1997; INTEC, 1998), se tiene lo siguiente:

Tabla 3.4: Posibles Residuos Sólidos

Posible Residuo Peligroso	Tipo de Constituyente
Latas de aerosol parcialmente llenas	Tolueno, 1,1,1-tricloroetileno
Revelador no usado	Hidroquinona ¹¹
Solventes de lavado	Xileno, benceno, tolueno
Fijador usado	Plata
Paños	Benceno, tolueno, TCA (tricloroacetileno), metales
Solventes no usados	Tolueno, xileno, TCA, TCE
Revelador de placa en base a solvente	Derivados del benceno
Soluciones reveladoras cianuradas	Cianuro
Soluciones fuentes	Glicoles
Excesos de tintas	Metales pesados
Lodos de limpieza de tintas	Metales pesados
Residuos de adhesivos	Metiletil cetona, tolueno, xileno
Residuos de removedor de tinta y emulsionante	Xileno
Envases vacíos de químicos	Residuos corrosivos, inflamables, tóxicos
Lodos de sistemas de tratamiento de riles	Varios

¹¹ La hidroquinona es un compuesto mutageno. Esta regulado por la OSHA el NIOS y es considerado una sustancia peligrosa para efectos de transporte según las Naciones Unidas (se menciona en la norma Chilena 2120/6 of 98 del INN). De esta misma forma la cita la US EPA, sin embargo no existe regulación para ella, al igual que en el borrador de Reglamento Sanitario de Residuos Peligroso del Minsal.

Posible Residuo No Peligroso	Tipo de Constituyente
Restos de película	Plata
Restos de papel	
Latas de aerosol vacías	Solventes residuales
Envases vacíos de químicos	Residuos corrosivos, inflamables, tóxicos
Placas usadas	
Pruebas	
Contenedores de tinta	Metales pesados, diluyentes
Envases	

3.2 ESTIMACION GLOBAL DE RESIDUOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL

3.2.1 Emisiones Atmosféricas

Existen algunos estudios que han correlacionado el nivel de emisión con el tamaño de la industria. La siguiente tabla resume los resultados de dichos trabajos.

Tabla 3.5: Emisión de COV por Tamaño de Empresa

Tipo	Tamaño	Emisión (kg/día)	Referencia
Sheet-fed-offset ¹²	Pequeño	4,7–6,1	Wadden, 1995 ¹³
Sheet/web-fed-offset ¹⁴	Medio	0,4–0,9	Wadden, 1995
Web/heat-fed-offset ¹⁵	Grande	79–82	Wadden, 1995
Sheet-fed-offset ¹⁶	Pequeño	1–2 (ton/año)	AIHA, 1995

En general la estimación de las tasas de emisión de COVs¹⁷ como emisiones fugitivas son difíciles de cuantificar y de composición desconocida. Estas emisiones variaran con el tipo de impresión, el tipo de formulación de tinta y tratamiento del sustrato, el tamaño de la prensa, la velocidad de aplicación y el tiempo de operación. Según el estudio de factores de emisión de la

¹² Empresa tipo: 3 prensas; empresa pequeña.

¹³ En este estudio las emisiones de COVs se determinaron a partir períodos de prueba de 12 horas en dos días.

¹⁴ Empresa tipo: 2 prensas web-fed, 3 prensas sheet-fed; empresa mediana.

¹⁵ Empresa tipo: 3 prensas web-fed con secado; con unidad de control de emisiones.

¹⁶ Empresa tipo: 4 prensas.

¹⁷ Cada productor puede estimar su generación de COVs en función del consumo de materias primas, revisando sus registros históricos. El procedimiento se puede resumir en los siguientes pasos (Wyoming, 1998):

- Determinar el consumo, generalmente anual, de los insumos utilizados, en este ejemplo pinturas, solventes y tintas. Si no se conoce el monto utilizado trabajar con el monto comprado.
- Revisar las hojas de seguridad correspondientes entregadas por el proveedor, identificando el porcentaje de COVs y el porcentaje de compuestos peligrosos contenidos en el mismo.
- Multiplicar estos valores y obtener el volumen (en peso) de emisiones anuales.

U.S. E.P.A. (1995b), el total de emisiones de solventes pueden ser calculados a partir de la siguiente ecuación:

$$E_{\text{total}} = T$$

E_{total} : Emisión total de solventes incluidas aquellos desde el producto impreso (kg)

T: Total de solventes halogenados usados, incluyendo el solvente en la tinta (kg)

Esta ecuación se basa en el concepto de balance de masas y es aplicable para todos los casos en que no existan sistemas de secado o de degradación térmica. Por otro lado las emisiones de solvente desde el secador y otros elementos en la línea de producción pueden ser estimados a partir de la siguiente ecuación:

$$E = \frac{ISd}{100} \frac{(100 - P)}{100}$$

E: Emisiones de solventes desde la línea productiva (kg)

I: Uso de tintas (l)

S y P: Factores (ver tabla siguiente)

d: Densidad de solvente (kg/l)

Los valores típicos a utilizar se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3.6: Factores de Emisión de Solventes (USEPA, 1995b)

Proceso	Contenido de solventes en tinta (% volumen) [S]	Solventes que permanecen en el producto más los destruidos en el secador (%) [P]
Web-set-offset: publicación	40	40 (secador aire caliente) 60 (secador de flama directa)
Web-set-offset: diarios	5	100
Web-tipografía: publicación	40	40
Web-tipografía: diarios	0	–
Huecograbado	75	2–7
Flexografía	75	2–7

En el caso Europeo se correlaciona la actividad o etapa de producción con la cantidad de tinta consumida en la impresión (Passant, 1993; Giddings, 1991). Los valores estimados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3.7: Factores de Emisión de Solventes (Richardson, 1995; EMEP, 1996)

Sector	Técnica	Factor de emisión (kg/t tinta consumida)
Prensa	Cold-set-web-offset	54
Edición /Publicación	Heat-set-web-offset	182
	Huecograbado	425
Envases	Sheet-fed-offset	437
	Huecograbado	1296
	Flexografía	800
Envasado Rígido	Sheet-fed-offset	437
	Huecograbado	1296
	Flexografía	800
Decoración	Huecograbado	1296
	Flexografía	800
	Serigrafía	935
Otros	Barnizado	363
	Limpieza con solventes	140

3.2.2 Residuos Líquidos

El Catastro Nacional del Residuos Industriales Líquidos del año 1992 registra para la Región Metropolitana los siguientes valores.

Tabla 3.8: Valores de Caracterización¹⁸

Número de Personas	Comuna	Caudal (m ³ /mes)	A&G (mg/l)	SS (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	HC (mg/l)	pH	DQO (mg/l)	Detergente (mg/l)
10-19	Las Condes	1.153			692		17	9,2		
	Ñuñoa	640			68		8	7,5		
	San Miguel	6			47		13	7,4		
20-49	Independencia	2.978			140		5	8,7		
	Providencia	518			12		7	7,3		
	Quinta Normal	183			257		5	7,8		
	Recoleta	513			60		5	8,5		
	Recoleta	2.946			2.034					
	San Joaquín	262			5.330		618	7,3		
	San Miguel	66			329		8	7,7		
	Santiago	1.252			1.547		5	12,4		
Santiago	369			63		29	7,6			

¹⁸ A&G=Aceites y grasas; SS=Sólidos suspendidos; DBO=Demanda bioquímica de oxígeno; SO₄²⁻=sulfatos; HC=Hidrocarburos; DQO=Demanda química de oxígeno.

Número de Personas	Comuna	Caudal (m ³ /mes)	A&G (mg/l)	SS (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	HC (mg/l)	pH	DQO (mg/l)	Detergente (mg/l)
50-99	Conchalí	933			63		5	7,5		0,2
	Macúl	688			41		5	7,4		
	Providencia	366			48					
	Providencia	4.743			171		9	8,1		
	Santiago	1.210			47		5	7,2		
	Santiago	218			60		11	7,1		
	Santiago	282			52		6	7,6		
100-199	Santiago	354			205		5	7,5		
	Santiago	240			445		11	7,9		
200-499	Estación Central	861			84		13	6,0		0,0
	Macúl	642			233		5	7,3		
	Ñuñoa	4.793			123		6	7,8		
	San Joaquín	772			350		7	7,4		
	Santiago	1.027			750		23	7,8		
500-999	Estación Central	950	65	150	250	200		8,0	500	
	Providencia	2.004			35		5	7,9		
Más de 1.000	Cerrillos	3.285			115					
	Vitacura	2.303			265		7	8,2		

Se hace notar que el universo analizado no representa todas las industrias de la Región Metropolitana por lo que la siguiente información es tan sólo de referencia. Se deduce de esta tabla que para las industrias analizadas el total de carga de DBO mensual asciende a 15.037 (kg/mes). En el catastro mencionado, el universo de industrias que fueron analizadas del rubro imprenta representa menos del 0,5 por ciento de descarga de DBO₅.

3.2.3 Residuos Sólidos

En general los volúmenes de residuos sólidos que pueden ser considerados peligrosos son bajos (correspondientes a generadores pequeños) (World Bank, 1997). En visitas a industrias se verificó que la cifra exacta de generación de residuos sólidos, tanto peligrosos como no peligrosos, no es manejada por la mayoría de las industrias. En la bibliografía sólo existen factores de generación para casos particulares; por ejemplo, en un estudio Australiano se estima que la generación anual de paños de limpieza en Serigrafía asciende a 2.200 (kg) para una empresa de 100 operarios (Environet, 1998).

3.2.4 Olores

Los olores producidos dicen relación directa con las emisiones evaporativas. Al existir COVs es cierta la posibilidad de emisiones de olor. Sin embargo, se verificó en terreno (CENMA, 1998) que no se informan problemas relevantes al respecto.

3.2.5 Ruidos

En general el problema de contaminación acústica en las imprentas puede generarse a partir de la operación de las prensas, además del uso de sistemas de ventilación. Debe considerarse también las emisiones generadas por las actividades propias del transporte, tanto de materias primas como productos terminados (World Bank, 1997). En Chile las imprentas deben cumplir con la normativa vigente referente a los niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas (Decreto N°146 de 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia). Durante las visitas técnicas no se constató problemas de emisión de ruidos. Por otro lado, analizando información de una de las imprentas visitadas, en particular una offset, se verificó que el análisis de la ACHS determinó que el nivel de ruidos no es suficiente para adquirir una *Hipoacusia Sensorioneural* (Sordera Profesional).

4. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Se entenderá por prevención de la contaminación como la reducción o eliminación de residuos en el punto de generación, así como la protección de los recursos naturales a través de la conservación o uso más eficiente de la energía, agua u otros materiales. En base a esto, la prevención comprende actividades como reducción de residuos (o de su peligrosidad) en el origen, el reciclaje en el sitio de generación (como parte del proceso productivo) y la conservación de recursos naturales.

4.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

A continuación se entregan algunas recomendaciones para la minimización de la generación de residuos.

4.1.1 Procesamiento de Imagen

Tal como se mencionó en esta etapa se realiza la preparación del arte o copia, fotografiando el material para producir transparencias, por lo que la prevención apunta principalmente al proceso de fotografía y el traspaso a placa. Se recomienda considerar las siguientes medidas:

Proteger soluciones reveladoras: La exposición al aire puede provocar la evaporación y oxidación de la solución reveladora lo que puede inducir un resultado defectuoso en la película.

Optimizar la temperatura del baño de lavado de la película: El baño de lavado con agua caliente, alrededor de 27 a 32 °C (IAMS, 1997), es más eficiente en el lavado de la película fotográfica que usar agua directa de la llave. Se recomienda mantener la temperatura del baño aproximadamente 2 a 5 °C más baja que la temperatura del revelador. Se recomienda vigilar este baño pues las temperaturas pueden provocar el incremento de la actividad microbiana.

Remoción de plata desde el fijador: Los impresores que procesen sus películas con base a haluro de plata y descarguen su fijador sin ningún tratamiento o reciclaje están desperdiciando recursos. Un volumen importante de plata se encuentra en la solución del fijador, la cual puede ser removida y vendida. El proceso de recuperación de plata puede ser presentado tanto como un sistema de minimización como parte de un sistema de tratamiento (La plata esta incluida en el listado de sustancias a ser analizadas por el test de peligrosidad por toxicidad –TCLP- del Minsal, por lo que su eliminación puede, eventualmente, ser abordado desde esa perspectiva).

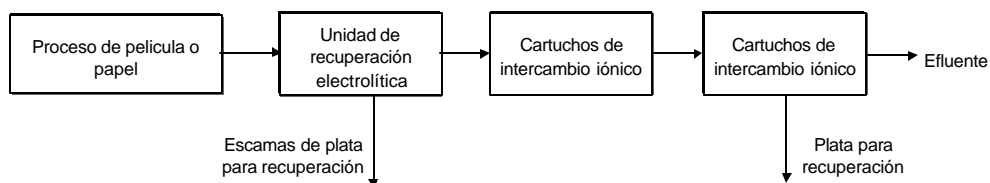


Figura 4.1: Proceso de Recuperación de Plata

Unidades de recirculación de agua de lavado de película: Estas unidades son normalmente una combinación de sistemas de filtración e intercambio iónico. Sirven para remover plata, gelatina de película y otros contaminantes. El agua de lavado que entra a la unidad de recirculación es tratada y regresada al tanque de agua para el procesamiento de la película.

Utilizar tecnología computador–a–placa: La tecnología de computador–a–placa involucra el preparado de placas a través del uso de láser. Las ventajas en el proceso son variadas; en particular desde el punto de vista ambiental, se tiene que la película y los químicos de proceso son eliminados o minimizados, por lo que la generación de residuos asociado a esto también disminuye. Se debe considerar, no obstante, que las placas utilizadas son, comúnmente, en base a plata. Las desventajas radican esencialmente en costos: costos de inversión inicial, costo de insumos y software, y la necesidad de espacio. La factibilidad de esta técnica queda asociada a costos y trabajos en los cuales se requiere una importante manipulación de texto e imagen (por ejemplo diarios y prensa).

4.1.2 Uso de Tintas

Las tintas pueden contener materiales que hacen que los residuos generados de su uso sean eventualmente considerados peligrosos, tales como el metal utilizado para la coloración y los solventes utilizados para acelerar el secado (como es el caso específico de las tintas serigráficas, flexográficas, de huecograbado y heat–set web–offset). Además, debido a que la mayoría de las tintas son basadas en hidrocarburos ellas tienen un importante contenido de COVs. Los residuos de tintas pueden ser clasificados en dos categorías:

- **Tinta de exceso, no contaminada:** Esta categoría incluye tintas que no han sido usadas en la fuente de impresión. Aunque estas pueden ser recicladas, el reuso es la manera más eficiente de manejarlas
- **Tintas combinadas, contaminada:** Esta categoría incluye tintas que han sido usadas en la fuente de impresión. Usualmente se encuentran contaminadas con fibras de papel, solventes y tintas de otro color. Para este tipo de tintas el reciclaje consiste usualmente en una filtración, reacondicionamiento y remezclado

Es importante hacer notar que en este documento se menciona indistintamente tintas o residuos de tintas como sinónimos de probables o posibles residuos peligrosos, pero es claro que el texto sólo se intenta referir a los residuos y no a la materia prima en sí (tinta).

Algunas recomendaciones básicas para reducir el consumo de tinta y/o minizar la generación de residuos incluyen (PNEAC, 1998b):

- Los operadores deben estimar en la forma más exacta la cantidad de tinta necesitada para cada trabajo.
- Mantener los envases de la tinta cerrados.
- Sacar el máximo de tinta de los envases vacíos antes de la disposición.

- Se recomienda el uso de sistemas automatizado de dosificación
- Cambios de materias primas: Estudiar la factibilidad técnico, económica y ambiental¹⁹ del uso de tintas en base vegetal, o de procesos de secado diferentes, como las UV y EB.

En particular, esto último usualmente trae beneficios de minimización y también se asocia a un aumento en los niveles de seguridad²⁰.

Tintas Vegetales: Los aceites vegetales, son en parte realidad (existen varias tintas de aplicación comercial en el mercado) y en parte una técnica en desarrollo que merece ser considerada. Estas tintas pueden reducir totalmente las emisiones de COVs. Se pueden mencionar entre otros las tintas en base a aceite de soya²¹ y otras resinas vegetales. Es importante hacer notar que para que las tintas puedan ser denominadas como “tintas en base a soya” deben satisfacer requerimientos mínimos en cuanto a su composición, de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla 4.1: Concentración Mínima de Tintas en Base a Soya (ILSR, 1997)

Tipo de Tinta	Porcentaje de Aceite de Soya Respecto al Peso Total Formulación
Tinta para heat-set	7 %
Tinta para cold-set	30 %
Tinta para diarios (negra)	40 %
Tinta para diarios (color)	30 %
Tinta sheet-fed	18 %

Otro aspecto interesante al respecto del uso de tintas en base a soya es que, en los Estados Unidos, los lodos provenientes del tratamiento de los riles generados de procesos utilizando este tipo de tinta no serían considerados como residuos peligrosos (USB, 1996), cosa que no se

¹⁹ Por ejemplo las tintas UV puede generar problemas con el ozono, O₃

²⁰ La siguiente tabla compara las evaluaciones de la National Fire Protection Association (NFPA) de Estados Unidos para compuestos minerales y vegetales, usualmente utilizados en la industria gráfica.

Tipo compuesto	Salud	Inflamabilidad
Petroquímicos		
Metil isobutil cetona	2	3
Metil etil cetona	1	3
Xileno	2	3
Tolueno	2	3
Bioquímicos		
Aceite de soya	0	1
Aceite de coco	0	1
Alcohol derivado de grano	0	0

²¹ En Chile se ha verificado que ya se distribuyen este tipo de tintas, en particular se conoce el caso de la empresa GMS Productos Gráficos Ltda. (Contacto: Sr. Oscar Barker, Fono: (2) 730 00 00).

verifica generalmente para tintas en bases minerales.

No se debe olvidar que la tinta en base a soya es sólo una de las alternativas disponibles. Es importante notar que prácticamente todas las tintas vegetales en base soya contienen de todas formas un componente mineral; sin embargo se cree que dichas tintas tienen un promisorio futuro en el campo de la minimización de residuos.

Tintas UV y EB: Con respecto a las tintas del tipo ultravioleta (UV) y del tipo haz digital (EB, del inglés “*electron-beam*”), estas se curan por la polimerización causada por la exposición a energía UV o EB. No contienen solventes y por lo tanto no emiten COVs. Estas tintas no se curan hasta ser expuestas a la fuente de energía correspondiente, de modo que pueden permanecer en las fuentes de las impresoras por largos períodos de tiempo, reduciendo de esta manera las operaciones de limpieza. Pueden ser usadas tanto para impresoras de alimentación hoja a hoja o con bobinado. El mayor inconveniente de ellas es el costo, por lo cual los pequeños productores difícilmente serán capaces de afrontar el costo de la inversión inicial. Además las tintas usadas son más caras que las convencionales o las en base a soya. También, existe el riesgo de exposición por parte de los operarios, por lo cual es necesario contar con los equipamientos de seguridad apropiados.

Tabla 4.2: Alternativas de Sustitución de Tintas en Base a Solventes

Alternativa	Aplicaciones	Beneficios de prevenir la contaminación	Ventajas operacionales	Desventajas operacionales	Calidad del producto	Limitaciones
Tintas de aceites vegetales tipo heat-set	Prensa litográfica tipo web-fed	Reducción de emisiones de COV y de exposición de obreros a aceites minerales	Menos acumulación de tinta; mayor estabilidad; aumento de flexibilidad	Tiempo de secado mayor; un mal secado puede resultar en borrones y pobre resistencia a la fricción	Calidad similar	Los requerimientos del heat set limitan el reemplazo de aceites minerales; secador de tinta contribuye a las emisiones de COV; los residuos de tinta pueden aún ser peligrosos
Tintas de aceites vegetales distintas del tipo heat-set	Prensas litográficas tipo web-fed y sheet-fed distintas del tipo heat set	Reducción de emisiones de COV y de exposición de obreros a aceites minerales	Puede entregar una mejor calidad de impresión, colores más brillantes	Tiempo de secado mayor	Calidad similar; colores más brillantes y mayor claridad	Los residuos de tinta pueden aún ser peligrosos
Tintas de aceites vegetales para periódicos	Prensa litográfica tipo web-fed	Reducción de emisiones de COV y de exposición de obreros a aceites minerales; reemplazo total de aceites de petróleo no es posible	Mejor reproducción de colores; menos afectada por fricción; mayor estabilidad; flujo más parejo; mayores parámetros de balance de tinta-agua permiten una flexibilidad mayor	Generalmente tiempo de secado mayor	Mejor calidad de impresión a colores; calidad similar de impresión de negro	Puede contener algunos aceites minerales; los residuos de tinta pueden aún ser peligrosos

Alternativa	Aplicaciones	Beneficios de prevenir la contaminación	Ventajas operacionales	Desventajas operacionales	Calidad del producto	Limitaciones
Otras tintas de aceites vegetales	Prensas litográficas tipo web–fed distintas del tipo heat set	Reducción de emisiones de COV y de exposición de obreros a aceites minerales	Flujo más parejo	Tiempo de secado mayor	Mejor calidad de impresión a colores	Puede contener algunos aceites minerales; los residuos de tinta pueden aún ser peligrosos
Tintas para UV	Prensas litográficas tipo web–fed y sheet–fed	No hay emisiones de COV derivadas del uso de tintas y no hay exposición de obreros a aceites minerales ; reducción en residuos de proceso	Se reduce la frecuencia de limpieza de la prensa porque no hay tinta secándose en ella; no es necesaria la ventilación de las hojas impresas		Buen brillo y durabilidad; la calidad de la impresión puede ser menos clara; posibles problemas de adhesión sobre algunos materiales (aluminio, acero, algunos plásticos)	Los obreros deben ser protegidos de la irradiación de luz UV; algunos compuestos tóxicos en las tintas; requiere de ventilación para reducir la acumulación de ozono; el papel es difícil de reciclar
Tintas para EB	Prensas litográficas tipo web–fed y sheet–fed	No hay emisiones de COV derivadas del uso de tintas y no hay exposición de obreros a aceites minerales ; reducción en residuos de proceso	Se reduce la frecuencia de limpieza de la prensa porque no hay tinta secándose en ella; no es necesaria la ventilación de las hojas impresas		Calidad de impresión menos clara	Los obreros deben ser protegidos de la luz EB; algunos compuestos tóxicos en las tintas; el papel es difícil de reciclar
Tintas hechas en base a agua	Prensas flexográficas y de grabado	Hay poca o no hay emisiones de COV derivadas del uso de tintas y no hay exposición de obreros a emisiones peligrosas.	Se mantiene el color y la viscosidad durante más tiempo de operación; reduce la necesidad de usar más solvente durante la impresión	Mayor frecuencia de limpieza de equipos	Calidad similar con equipo nuevo; poco brillo de tinta en substratos porosos	Puede contener una pequeña cantidad de solvente; los residuos de tinta pueden aún ser peligrosos; mayor demanda energética durante el secado

4.1.3 Solución Fuente

El sistema de humectación en una prensa litográfica (excepto para las del tipo cold–set–web) aplica una solución humectante en base agua o alcohol (solución fuente) a la placa de impresión antes que esta sea entintada. Generalmente el alcohol isopropílico es utilizado como aditivo en los sistemas de humectación. Se asocia su uso a la emisión de COVs. La U.S. E.P.A. esta trabajando en estándares de permisibilidad de concentración de alcohol isopropílico en la

solución fuente (PNEAC, 1996a), pues su uso está asociado a problemas de seguridad y salud²². Las principales consideraciones para el reemplazo del alcohol isopropílico y/o la prevención de contaminación generada por las soluciones fuente son las siguientes (PNEAC, 1996a):

Conocimiento del sistema de humectación: Conocer la química y función de los componentes del sistema.

pH del sistema: La mayoría de las soluciones de humectación tienen un pH en el rango de 4,5 a 5,5.

Conductividad: La medición de la conductividad es una de las formas de ayudar a determinar las concentraciones óptimas en la solución fuente (son directamente proporcionales), incluyendo los sustitutos del alcohol isopropílico (PNEAC, 1996a)²³. Se recomienda una medición después de cada tiraje y que cuando la variación sobrepasa 600 $\mu\Omega$ se debe reemplazar la solución.

Monitoreo de calidad de agua afluyente: El agua dura contiene minerales disueltos, los cuales incrementan la conductividad. Algunos expertos sugieren que con fluctuaciones mayores de 200 $\mu\Omega$ se debe analizar la posibilidad de tratar las aguas afluentes (IAMS, 1997).

Limpiar las prensas detalladamente: Buscar limpiadores que sean efectivos tanto para tintas como para soluciones fuente (analizar su biodegradabilidad).

Controlar alimentación de agua: Demasiada agua puede causar emulsificación.

Refrigeración: Las unidades de refrigeración pueden ayudar a reducir la evaporación, además de controlar la viscosidad. El alcohol isopropílico aumenta la viscosidad de la solución de humectación, cosa que no se verifica en los sustitutos (Para compensar la baja de viscosidad con el aumento de la temperatura y para eviotar pérdidas de alcohol por evaporación se recomienda la refrigeración de la solución fuente. Una refrigeración adecuada disminuye la emisión de COVs). Las temperaturas óptimas fluctúan entre 10 a 13 °C. En términos de rendimiento se tiene que la reducción de la solución fuente de 27 a 16 °C reduce el consumo de alcohol isopropílico en un 44 por ciento (IAMS, 1997). Los sistemas de refrigeración necesitan mantención permanente.

Eliminar contaminantes peligrosos para emisiones atmosféricas: Según referencias Norteamericanas (IAMS, 1997) algunos sustitutos del alcohol isopropílico pueden contener compuestos químicos reportados como contaminantes atmosféricos peligrosos (ver SARA 313, U.S. E.P.A.). Algunos de estos compuestos son butil carbitol y etilen glicol. Se recomienda

²² En general en Estados Unidos se esta restringiendo el contenido de COVs en la solución fuente. Por ejemplo para el estado de Nueva York se tiene que para emisores que generen más de 50 ton/año de COVs deben cumplir que (NYS, 1997):

- Para fuentes en operación antes de Septiembre de 1988 la solución fuente no debe contener más de 15% (en peso) de COVs
- Para fuentes en operación después de Septiembre de 1988 la solución fuente no debe contener más de 10% (en peso) de COVs

²³ Disponible en internet: <http://www.pneac.org/sheets/litho/fountain.html>

eliminar estos componentes. Para verificar esto se recomienda revisar la hoja de seguridad²⁴ de los productos de la solución fuente

Utilización de filtros: Los filtros pueden extender la vida útil de una solución fuente.

Unidades de mezcla automatizada de solución fuente: Si la solución fuente es mezclada en forma incorrecta se puede reducir la calidad de la impresión, o el batch puede quedar inutilizado y ser descargado como residuo. Las unidades de mezcla automática disminuyen este problema.

Impresión sin consumo de agua (“waterless printing”): Es un proceso aplicable en litografía offset, que elimina el sistema de humectación. Este sistema requiere el uso de una placa de impresión cubierta con silicona, tintas especiales y un sistema de control de temperatura en la prensa. Las tintas utilizadas en este proceso son tanto en base aceite o de curado UV. Existen tres costos asociados con la conversión a este proceso: inversión de capital, inversión de tiempo y deferencias en el costo de las materias primas, esto puede ser considerado una desventaja. Los beneficios de esta técnicas son:

- Eliminación de la solución humectante.
- Reducción de emisiones de COVs en 50% o más (PNEAC, 1998c).
- Mejor calidad de impresión.
- Mayor consistencia de los colores.

4.1.4 Uso de Solventes

Los solventes tradicionales usualmente contienen contaminantes atmosféricos peligrosos, tales como el tolueno, metil etil cetona, xileno, 1,1,1-tricloroetano y etil benceno. Estos solventes son limpiadores agresivos y se evaporan muy rápidamente. Se recomienda restringir su uso lo más posible. En general los solventes minerales remueven rápidamente la tinta y se evaporan de la misma forma, requiriendo un tiempo mínimo para el proceso. Sin embargo suelen contener más de un 60 % de COVs (ILRS, 1997). Para el reemplazo de solventes minerales por compuestos orgánicos se deben considerar tres aspectos: seguridad, comportamiento de la alternativa y precio. El comportamiento de la alternativa es difícil de evaluar en términos generales debido a la variedad de técnicas de impresión y materias primas. Sin embargo, los solventes en base a componentes vegetales han sido criticados debido a que deben manejarse de manera un tanto distinta a la de los solventes tradicionales. Por ejemplo un comentario generalizado es que los solventes en base vegetal dejan películas aceitosas sobre las superficies aplicadas y que son de secado más lento. Este tipo de problema puede ser fácilmente solucionable, con pequeñas variaciones en las técnicas de limpieza, utilizando, por ejemplo, nuevos detergentes. A

²⁴ En inglés se utiliza la sigla MSDS, Material Safety Data Sheet. Se recomienda utilizar esta sigla y el nombre del compuesto, en inglés, para buscar las hojas de seguridad por INTERNET, en caso que esto sea necesario, o que el industrial desea corroborar o actualizar su información.

continuación se entregan indicaciones generales acerca del manejo de solventes; para más detalles consultar la Guía de Manejo de Solventes preparada por CONAMA RM

Usar cantidad necesaria de solvente: Los operadores deben ser entrenados sobre que la cantidad de solvente a ser usado debe ser sólo lo justo y necesario. Se debe tratar de utilizar sistemas de dosificación que permitan el control de esto. En la siguiente figura las dos unidades dosificadoras de la izquierda pueden ser utilizadas para aplicar el solvente directamente sobre los componentes a ser limpiados, disminuyendo el uso de huaipes y paños. La práctica de empapar el paño o huaipe debe, en lo posible, ser eliminada.

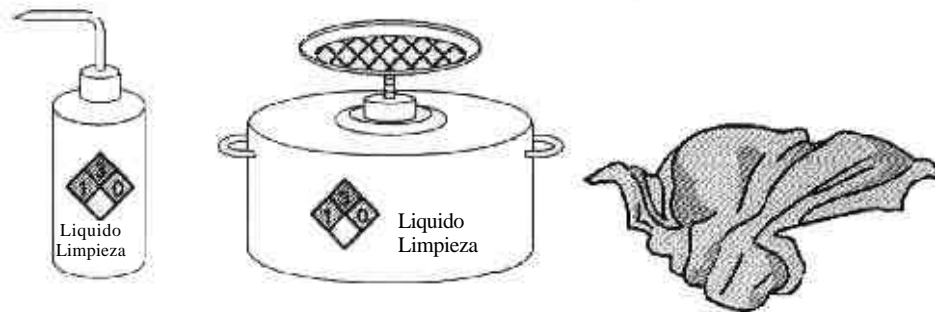


Figura 4.2: Equipos Básicos de Dosificación y Limpieza

Utilizar limpiadores conteniendo solventes con baja presión de vapor: Se recomienda trabajar con solventes que presenten una presión de vapor baja, menor a 10 mm Hg (a 20 °C). Este tipo de solventes garantiza que la mayor parte del mismo quede retenido en los paños de limpieza y por ende no se emitan concentraciones importantes de COVs.

Recuperación de solventes desde los paños en el lugar de uso: Los solventes pueden ser removidos desde el paño tanto manualmente o con equipo de estrujamiento. Antes de decidir hacer esto hay que asegurarse que las características del solvente empleado permitan este tipo de manipulación.

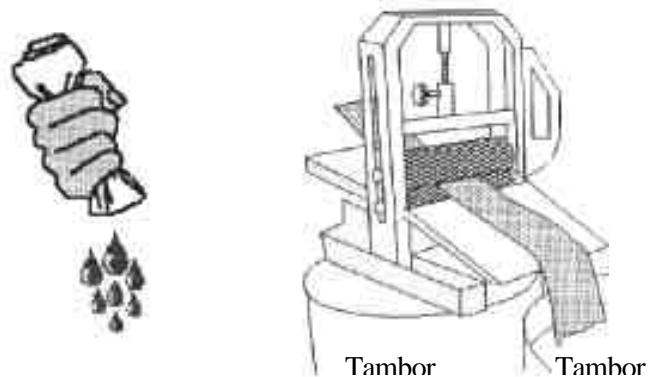


Figura 4.3. Sistema de Recuperación

Control de derrames: Deben mantenerse en stock materiales para el control de derrames, con el fin de realizar la limpieza correspondiente y debe darse un apropiado manejo al residuo generado (Babin, 1992).

Mantener contenedores cerrados: Evita evaporación.

Limpieza automática: Se utilizan generalmente en sistemas offset, web–offset y sheet–fed. Usualmente son unidades mayores, del orden de 32 pulgadas. Existen tres métodos de limpieza:

- **Spray:** El solvente es rociado directamente sobre el lienzo de impresión. Este solvente, junto con los otros contaminantes, es removido por la bobina de papel.
- **Cepillo:** Un sistema de cepillos entra en contacto con la mantilla de impresión
- **Paño:** Un paño empapado en solvente entra en contacto con la mantilla de impresión.

Este tipo de lavado permite usar solventes con baja presión de vapor y posibilita su recuperación.

Uso de paño: Considerando lo expuesto en el punto anterior, es claro que el huaipe o paño, cualquiera sea usado, retiene solvente. Sin embargo el huaipe no puede ser reutilizado (deshilacha) y es considerado residuo. Por otro lado el paño puede ser lavado y reutilizado. Existen técnicas para lavar paño, separando y recuperando el solvente, con lo cual se reducen el volumen efectivo de residuo y se posibilita el reciclaje de dos productos.

Recuperación de solventes: Los solventes usados son reciclados mediante variados procesos con el propósito de reusar el producto como solvente o en mezclas de combustibles alternativos. Los productos que son reciclados para ser usados como solventes son refinados en columnas de destilación especialmente construidas, donde el solvente se separa en la forma de condensado de las resinas y pigmentos que permanecen en el fondo del destilador. El condensado es recolectado y vendido para ser usado como producto primario. Los solventes usados y residuos de destilación que son reciclados para ser usados como combustible, son generalmente recolectados y mezclados para satisfacer especificaciones predeterminadas para dicho combustible. El proceso puede variar en complejidad desde esta simple operación hasta una compleja destilación de múltiples etapas.

Identificación: Los números CAS (*Chemical Abstract Services*) son utilizados para identificar compuestos químicos. Sin embargo, la mayoría de los solventes son una mezcla compleja de compuestos químicos. Por lo tanto es posible tener varios números CAS incluidos en dicha mezcla y por ende varios nombres asociados a un solvente. En base a esto las hojas de seguridad deben listar los ingredientes peligrosos contenidos en el producto. Debe verificarse que esto se cumpla al momento de adquirir este tipo de insumos.

4.1.5 Sustrato / Papel

Aunque el papel no es un residuo complejo de manejar, por tratarse de un residuo no peligroso, el volumen generado lo convierte, generalmente, en un problema importante dentro de la gestión ambiental de este rubro. Se indican a continuación algunas recomendaciones básicas relativas a la reducción del consumo de papel y generación de residuos. La aplicación de estas medidas es un trabajo de común acuerdo entre impresor y cliente.

Tabla 4.3: Reducción de Consumo de Papel (CIWMB, 1996)

Reducción	Diseño	Diseñar la hoja con el fin de poner más información por página
	Documentos de dos lados	Usar ambos lados del papel
	Stock	No mantener stocks innecesarios
	Tinta	Preferir tintas vegetales
	Color	Elegir colores de tintas con pigmentos menos tóxicos
Reciclaje	Usar papel apropiado	<p>Papel blanco es usualmente el más fácil de reciclar</p> <p>Evitar uso de papel fluorescente y dorados</p> <p>Evitar cubiertas plásticas</p> <p>Usar papel reciclado²⁵</p>

4.1.6 Relación con Proveedores

Los proveedores pueden constituirse en la primera instancia técnica de consulta sobre problemas ambientales por parte del industrial. Se recomienda lo siguiente:

- ¿Ofrece el proveedor la posibilidad de cambio de reveladores en base agua a cambio de los de base solvente?
- ¿Es posible ordenar el material a granel?
- ¿Es posible llegar a un acuerdo para realizar recuperación de contenedores por parte del proveedor?
- ¿Es posible que el proveedor recolecte y recupere residuos tales como planchas usadas, tintas, o películas?
- ¿De que manera el proveedor se mantiene al tanto de la aparición de nuevos productos?
- ¿El proveedor se encuentra analizando mejoras en el aspecto ambiental de sus productos y equipos?

4.2 IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL

La implementación de buenas prácticas de gestión de operaciones al interior de la empresa se basa en la puesta en práctica de una serie de procedimientos o políticas organizacionales y administrativas destinadas a mejorar y optimizar los procesos productivos y a promover la participación del personal en actividades destinadas a lograr la minimización de los residuos.

La calidad es definida de muchas formas por el sector industrial, usualmente en términos de producir un producto que cumpla los requerimientos del cliente. Generalmente, la calidad de un

²⁵ Se recomienda consultar al proveedor el proceso de reciclaje de dicho papel para asegurarse que dicha operación sea ambientalmente recomendable y aceptada.

producto no es causada por coincidencias si no que se basa en programas de mejora de calidad establecidos o sistemas de manejo de calidad, tales como la ISOs. Estos sistemas se focalizan en la reducción de defectos, reducción de costos, análisis de procesos, acciones preventivas y correctivas y mejoramiento continuo. Los defectos son residuos, por ejemplo materia prima desechada, trabajo desechado, productos desechados y dinero desechado. Los esfuerzos por mejorar la calidad y reducir estos defectos son finalmente esfuerzos por reducir la generación de desechos o residuos. Por esto un programa de mejora de calidad es un programa de prevención de contaminación. A nivel internacional los estándares ISO 14.000 regulan la gestión ambiental dentro de la empresa, en lo que respecta a la implementación de un sistema de gestión ambiental y auditorías ambientales a la empresa, entre otros. En particular el sistema ISO 14000, se ve como la forma de demostrar el nivel de compromiso ambiental de la empresa

En general un sistema de gestión ambiental puede ser descrito como un programa de mejoramiento ambiental continuo, mediante el seguimiento de secuencias de pasos definidos en un proyecto de manejo y aplicados en forma rutinaria. Estos pasos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Revisión de las consecuencias ambientales de las operaciones y procesos
- Definición de un conjunto de políticas y objetivos para el asunto ambiental
- Establecimiento de un plan de acción para lograr dichos objetivos
- Seguimiento de dichos objetivos
- Reporte apropiado de los resultados
- Revisión del sistema y continuar mejorando

El beneficio directo para la empresa al implementar un sistema de gestión ambiental es obtener economías a través de una producción más limpia y minimización de residuos. Según el Banco Mundial, se estima que del orden del 50% de la contaminación generada en una planta típica “sin control” puede ser prevenida con un mínimo de inversión, mediante la adopción de mejoras del proceso simples y económicas.

Desde el punto de vista de la minimización de residuos las técnicas de control de procesos, tales como procesos de control estadístico pueden proveer una aproximación sistemática, identificado causas y soluciones del problema de generación de residuos. Las herramientas más comúnmente usadas son:

- Hojas de control
- Cartas de Pareto
- Diagramas de Causa y Efecto
- Cartas de Control

Cuando se les utiliza en conjunto dichas herramientas pueden servir para:

- Identificar oportunidades para la prevención de defectos o errores y residuos
- Determinar las posibles causas de lo anterior
- Establecer el nivel de defectos y residuos que son inherentes del proceso
- Desarrollo de planes de prevención.

5. METODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION (END-OF-PIPE)

5.1 TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES ATMOSFERICOS

Existen dos alternativas para el manejo de emisiones atmosféricas. La primera es la sustitución de las materias primas por compuestos no tóxicos. La segunda es la instalación de equipamiento que capture y controle las emisiones, tales como oxidación térmica, oxidación catalítica, equipos absorbentes y sistemas adsorbentes. La selección del sistema a utilizar depende del tipo y concentración de contaminantes en el flujo emitido. Las unidades preferidas son las del tipo regenerativo, esto es, que posibilitan la recuperación de energía (GAM, 1997). Existen equipos de oxidación térmica regenerativa (OTR) y de oxidación catalítica regenerativa (OCR).

Tabla 5.1: Resumen de Técnicas de Control de COVs Disponibles (CIESIN, 1991)

Técnica	Eficiencia ²⁶ con Concentración ²⁷ COVs bajas	Eficiencia con Concentración de COVs altas	Aplicación
Oxidación térmica	Alta	Alta	Amplia, para flujos con alta concentración
Oxidación catalítica	Alta	Media	Más especializada para flujos con concentraciones bajas ²⁸
Adsorción (filtros de carbón activado)	Alta	Media	Amplia ²⁹ , para flujos de baja concentración
Absorción (lavado de residuos gaseosos)	–	Alta	Amplia, para flujos con alta concentración
Condensación	–	Media	Sólo para casos especiales de flujos con alta concentración ³⁰
Biofiltración	Media a alta	Baja	Mayoritariamente en flujos de baja concentración, incluyendo sistemas de control de olores

No existen antecedentes que indiquen que estos tipos de tratamientos produzcan grandes impactos en la generación de residuos sólidos o líquidos (USEPA, 1995c).

²⁶ Rangos de eficiencia: Alta > 95%; Medio: 80–95%; Bajo < 80%

²⁷ Rangos de concentración: Baja < 3 g/m³; Alta > 5 g/m³

²⁸ Puede trabajar con flujos de 68.000 Nm³/h o menos (Setia, 1996).

²⁹ Puede trabajar en rangos desde 850 hasta 1.000.000 Nm³/h (Setia, 1996).

³⁰ Flujos menores de 3.000 m³/h y concentraciones de COVs sobre 5.000 ppmv (Setia, 1996).

5.1.1 Oxidantes térmicos

Los sistemas de oxidación térmica son las unidades comunmente más utilizadas en el control de emisiones atmosféricas (AGA, 1998). Básicamente consisten en un sistema que convierte las emanaciones de COVs y otros contaminantes peligrosos en agua y dióxido de carbono. En particular el OTR destruye los COVs mediante el incremento de la temperatura de la emisión hasta su temperatura de oxidación, aproximadamente a 800 °C, manteniendo esta temperatura al menos por medio segundo. Estas unidades tienen una alta eficiencia de remoción, del orden del 99% (GAM, 1997). Los porcentajes de recuperación de calor pueden llegar hasta un 95%, lo que implica un bajo requerimiento de combustible adicional. Estas unidades son recomendadas donde los volúmenes de aire son elevados (del orden de 10.000 pie³/minuto) y las concentraciones de hidrocarburo son bajas (bajo 1.000 ppm). Las unidades OTR implican bajos costos operacionales, buena rentabilidad y prolongada vida útil de los equipos.

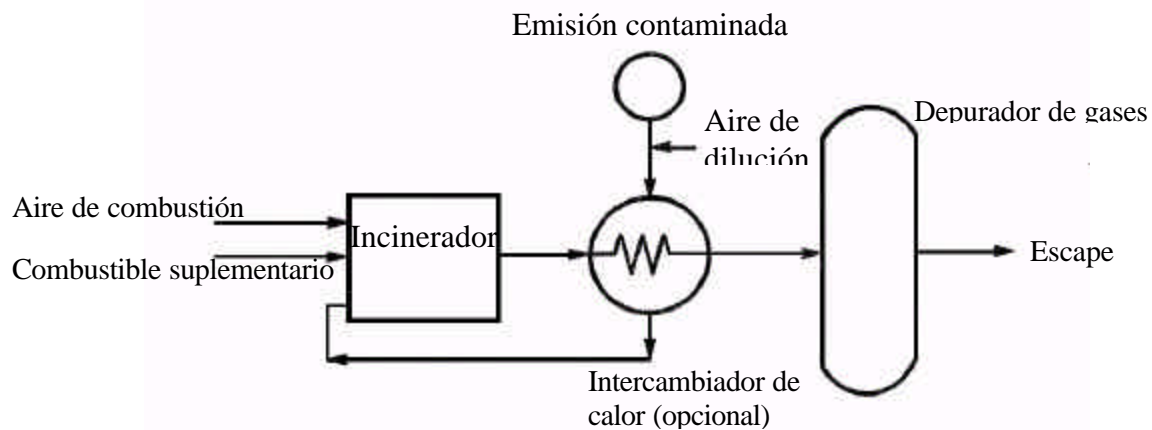


Figura 5.1: Diagrama Esquemático de Sistema de Oxidación Térmica (USEPA, 1991a)

5.1.2 Oxidantes Catalíticos

Esta técnica utiliza una cámara metálica aislada de combustión, equipada con un quemador con control de temperatura y una sección catalítica. En particular, las unidades actuales de OCR pueden funcionar bien en un rango amplio de COVs. Bajo ciertas condiciones, un sistema catalítico a base de metales preciosos puede oxidar los COVs contenidos en la emisión a temperaturas significativamente más bajas que una unidad OTR, entre 300 a 550 °C, lo que redundaría en menores requerimientos energéticos. En este sistema la emisión contaminada es precalentada en un intercambiador de calor. Los OCR también pueden abatir los subproductos de la oxidación, como es el monóxido de carbón, CO. Los OTR emiten importantes concentraciones de CO, en tanto que los OCR con un metal precioso como catalizador (por ejemplo, platino) pueden destruir hasta un 98% del CO contenido en la emisión. La desventaja de la OCR es la alta inversión inicial requerida, la cual puede ser compensada por los bajos costos operacionales. No se recomienda el uso de OCR en casos que los COVs contengan silicio, fósforo, arsénico u otros metales pesados encontrados usualmente en tintas metálica o fosforescentes. Lo anterior se debe a la posibilidad de contaminar el sistema catalítico. Para unidades con bajos flujos y altas

cargas de COV (5.000 pie³/minuto o menos) el sistema OCR es usualmente la mejor elección. Para instalaciones con flujos mayores ambos sistemas, el OCR y OTR pueden ser factibles.

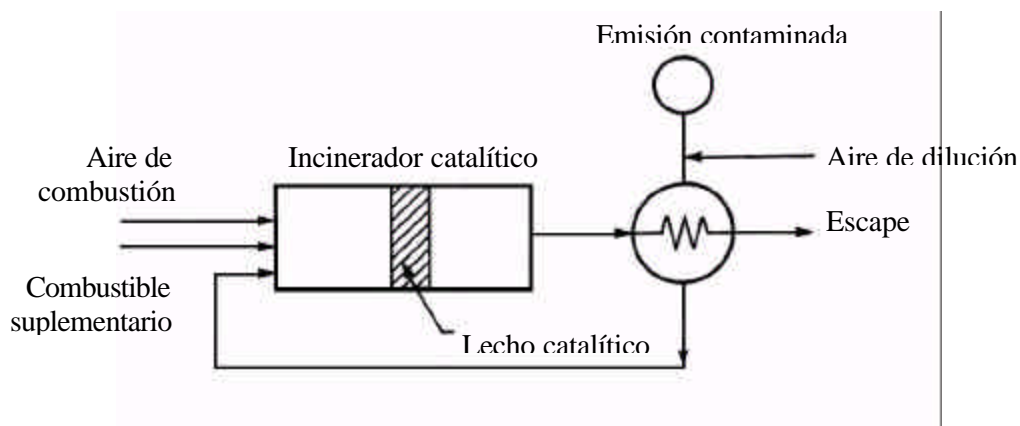


Figura 5.2: Diagrama Esquemático de Sistema de Oxidación Catalítica (USEPA, 1991a)

5.1.3 Adsorción con Filtros de Carbón Activado

La adsorción con carbón activado ha sido utilizada para la recuperación de solvente en fase vapor por varias décadas y ha probado ser una técnica relativamente simple, rentable y económica, para la recuperación de solventes y la prevención de la contaminación atmosférica. La mayoría de los solventes industriales pueden ser recuperados con carbón activado (Nayak, 1999). La adsorción por carbón se utiliza cuando la condensación no es posible debido a la presencia de compuestos no condensables (por ejemplo tolueno). La tecnología de regeneración de carbón más comúnmente utilizada es la de regeneración por vapor de agua. El vapor de agua, dada su elevada temperatura, desplaza el solvente desde el carbón y lo conduce fuera de la zona de adsorción a un intercambiador de calor donde la mezcla es condensada y enfriada. El principio del diseño de un sistema de adsorción es el estudio de la isoterma de COVs particulares, pues se trata de un proceso sensible a la temperatura.

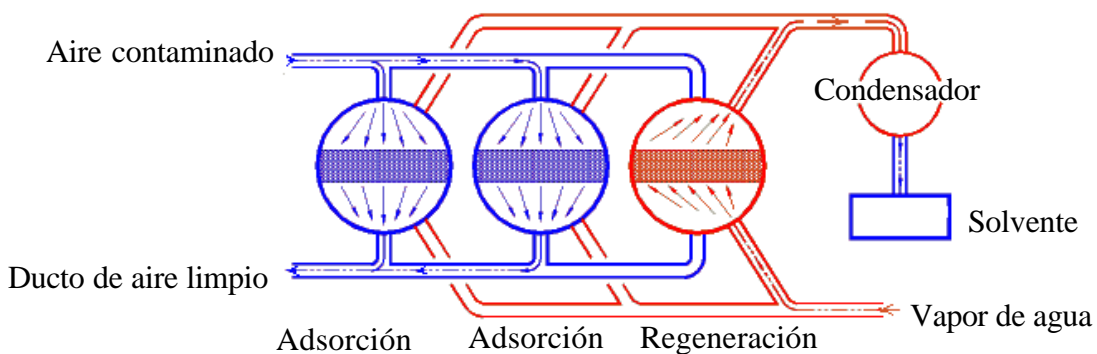


Figura 5.3: Diagrama de Proceso de Adsorción Simplificado (Worrall, 1998)

La figura anterior muestra un diagrama simplificado de un sistema de adsorción por carbón. Se observan tres sectores de adsorción con lechos estáticos horizontales de carbón activado. El aire contaminado es pasado a través del lecho (ver los dos sectores de la izquierda), donde los COVs

son capturados y el aire limpio es descargado a la atmósfera. Cuando los lechos han sido cargados con COVs estos son regenerados por el paso de un flujo de vapor de agua (ver sector de adsorción de la derecha). El vapor calienta el carbón, el cual libera los COVs que son llevados al condensador y a un sistema de separación. Este tipo de tecnología es llamada tecnología de lecho estático profundo.

5.1.4 Sistemas de Absorción

La absorción es una operación en la cual uno o más componentes de una mezcla gaseosa son transferidos en forma selectiva a un líquido no volátil. La absorción de un componente gaseoso por un líquido sólo ocurrirá si el líquido contiene menos concentración que la de saturación del compuesto gaseoso a extraer. De esta manera la diferencia entre las concentraciones real en el líquido y de equilibrio induce la fuerza de la absorción.

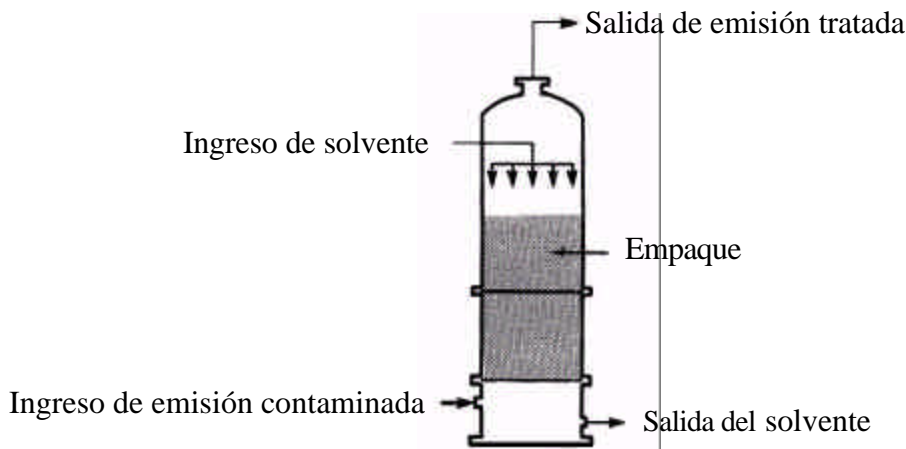


Figura 5.4: Esquema de Sistema de Columna de Absorción (USEPA, 1991a)

5.1.5 Condensación

La condensación a temperaturas bajas puede ser factible cuando las concentraciones de COVs son altas y sólo hay un tipo de solvente involucrado. En la mayoría de los casos el costo de refrigeración puede desbalancear los beneficios debido al gran volumen de aire que debe ser enfriado. En general para flujos de 3.000 m³/h y concentraciones de COVs de 5.000 ppmv o mayores, esta técnica puede ser considerada (Setia, 1996).

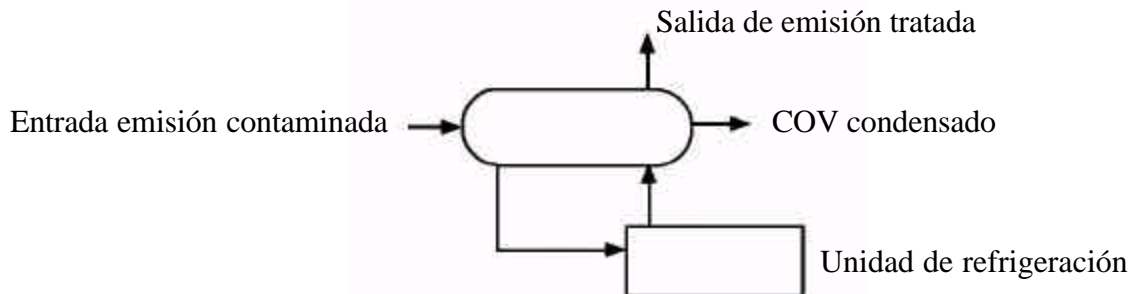


Figura 5.5: Esquema de Sistema de Condensación por Refrigeración (USEPA, 1991a)

5.1.6 Biofiltración

La biofiltración o bio-oxidación es utilizada para la purificación de flujos contaminados con COVs en concentraciones bajas y con problemas de mal olor asociado. El aire es pretratado para lograr la remoción de polvo y aerosoles grasos y es llevado a un biofiltro en el cual los microorganismos son inmovilizados. Los COVs son absorbidos por el material orgánico y posteriormente descompuesto en CO₂, agua y biomasa. No existe restricción en el flujo que puede ser manejado con esta técnica (Setia, 1996).

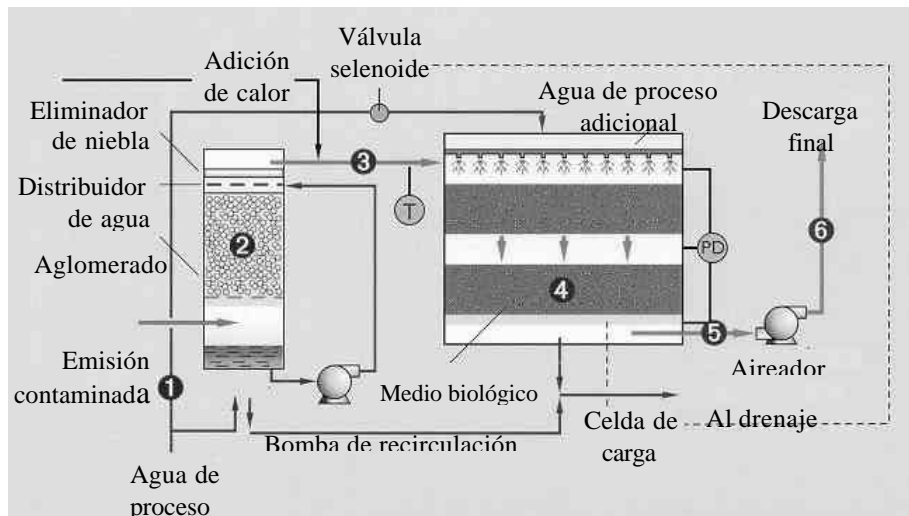


Figura 5.6: Diagrama de Proceso de Biofiltración (Clairtech)

El sistema de biofiltración presentado en este esquema corresponde al tipo BIOTON. El funcionamiento consiste en que el flujo de aire contaminado (1) entre a la sección de humectación y se desplace hacia arriba a través de un material plástico aglomerado. (2) A medida que el aire fluye hacia arriba a través del aglomerado, un flujo de agua se desplaza en sentido inverso sobre el aglomerado. Esta operación de corto circuito satura al aire contaminado con vapor de agua. Una vez saturado, el aire contaminado entra a la cámara superior (3) de la sección de oxidación biológica. Luego el aire contaminado circula hacia abajo (4) a través del medio biológicamente activo. A medida que esto sucede, los contaminantes contenidos en el flujo de aire son transferidos a una película de agua que cubre el medio biológicamente activo. Los microorganismos presentes en esta película oxidan los contaminantes generando como producto final compuestos inocuos, tales como CO₂, H₂O y sales comunes. (5) El aire purificado es colectado en el fondo de la sección de filtración. (6) El aire ya limpio entra a un sistema de calefacción y es finalmente descargado a la atmósfera a través de un pequeña chimenea.

5.2 TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LIQUIDOS

El vertimiento de las aguas resultantes del proceso de revelado a sistemas de alcantarillado o cursos de aguas es dificultado por el pH de las mismas (alcalino) (Iowa Waste Reduction Center, 1995; Intec Chile, 1998), siendo necesaria su neutralización previa descarga.

La plata soluble, contenida en los fijadores, es removida considerando usualmente un proceso de recuperación, dado el alto valor del metal (Eckenfelder, 1989). Los tratamientos básicos incluyen precipitación, intercambio iónico, intercambio reductor y recuperación electrolítica. Se debe tener en cuenta que un lodo generado a partir del tratamiento de riles puede contener una cantidad de plata tal que lo haga peligroso por presentar la característica de toxicidad por lixiviación (MINSAL, 1999). Los tratamientos de remplazo metálico con cartuchos en serie y el sistema de recuperación electrolítica son las técnicas más comúnmente usadas y recomendadas.

Tabla 5.2: Comparación de Técnicas de Recuperación de Plata (USEPA, 1991)

Técnica	Ventajas	Desventajas
Reemplazo o recuperación metálica ³¹	Baja inversión Bajos costos operativos Operación Simple	Alto contenido de fierro en el efluente La plata es recuperada como un lodo Se necesita generalmente de dos unidades en serie
Recuperación electrolítica	Recupera plata como un metal puro Alta tasa de recuperación	Potencial formación de sulfuros Alta concentración de plata en el efluente
Precipitación con sulfuro ³²	Puede trabajar en concentraciones de 0,1 mg Ag ⁺ /l Baja inversión	Operación compleja La plata es recuperada como un lodo La solución tratada no puede ser reutilizada Potencial emisión de H ₂ S

³¹ En particular para esta técnica la empresa Sociedad Comercial Degraf Limitada (contacto Sr. Juan Pablo Perez, telefono 7375411-7378854) se encuentra autorizada por SESMA para realizar este servicio incluyendo la fundición de los cartuchos.

³² Es el método más antiguo y probablemente el más barato de remoción pero no ha sido utilizado con mucha frecuencia en el rubro de artes gráficas ni fotografía (Washington, 1996b)

Técnica	Ventajas	Desventajas
Intercambio iónico ³³	Puede trabajar en concentraciones de 0,1–2,0 (mg Ag ⁺ /l) Conveniente para concentraciones bajas de plata	Solo para afluentes diluidos Operación compleja Alta inversión
Osmosis inversa ³⁴	Puede recuperar otros compuestos El agua tratada puede ser reciclada	El concentrado requiere de tratamientos posteriores Alta inversión Alto costo operativo
Evaporación ³⁵	Conservación de agua Efluente líquido casi nulo	Alto requerimiento energético La plata es recuperada como lodo Formación de contaminación orgánica Potenciales emisiones atmosféricas.

5.2.1 Sistema de recuperación o intercambio

Los cartuchos de reemplazo o recuperación metálica (intercambio iónico), del inglés “chemical recovery cartridges” (CRCS), son recomendables económicamente para pequeñas demandas. Para llegar a un valor de 5 ppm, en procesos litográficos se trabaja generalmente con dos cartuchos en línea. Los cartuchos usados deben ser lavados con chorros de agua limpia para remover la plata “libre”, esta agua debe ser luego recirculada al sistema de tratamiento. El pH óptimo del afluente al sistema de tratamiento fluctúa entre 5,5 a 6,5. El sistema de reemplazo metálico es el más económico, pero limitado a pequeñas demandas. Se debe considerar además que la eficiencia de



Figura 5.7: Unidad de Recuperación de Plata por Reemplazo Metálico

³³ El sistema de intercambio iónico es recomendado sólo para el tratamiento de aguas de lavado. Es un método costoso y que demanda gran espacio, lo cual lo hace sólo recomendable para grandes instalaciones del rubro fotográfico.

³⁴ Esta técnica requiere de una gran inversión inicial, consume mucha energía y tiene problemas con colmatación de la membrana, por lo cual su uso no es muy popular.

³⁵ Se utilizan para reducción de volumen. Sin embargo se debe considerar que el lodo remanente puede ser considerado peligroso. Notar que si el agua de lavado contiene blanqueadores con amoníaco, este último debe ser de todas maneras removido previo a la evaporación. Se puede utilizar sistemas de remoción de carbón activado.

recuperación va a disminuir a través del uso de la unidad y el grado de contaminación de los cartuchos.

5.2.2 Recuperación electrolítica

Para operaciones mayores una unidad de recuperación electrolítica usada en conjunto con cartuchos de reemplazo metálico, es probablemente el método de recuperación más económico. Las recuperadoras electrolíticas pueden reducir concentraciones desde 2.000 ppm hasta 200 ppm o menos. Se hace notar que estas concentraciones son insuficientes para cumplir los requerimientos de descarga en Estados Unidos (DEP, 1996), por lo cual se le debe adosar un sistema de cartuchos de remplazo metálico en línea. Los cartuchos son necesarios para ajustarse a las normas de descarga. No se recomienda su uso para generadores de menos de 90 litros de fijador al mes (sin embargo, se recomienda la alternativa de cartuchos de recarga metálica).



Figura 5.8: Unidad de Recuperación de Plata por Recuperación Electrolítica de Cátodo Rotatorio

5.3 TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

5.3.1 Uso como combustible alternativo

Existe la posibilidad de tratar los residuos utilizándolos como combustibles alternativos. Los tintas pueden ser utilizadas como combustibles alternativos. Inicialmente deben ser tratadas mediante separación mecánica para remover sólidos suspendidos. Los parámetros que afectan el uso de un residuo como combustible alternativo son: (a) el contenido de halógenos, (b) contenido de sólidos inorgánicos (cenizas), en particular de metales pesados, (c) poder calorífico, (d) viscosidad (en el caso de líquidos), (e) contenido de sólidos filtrables (en el caso de líquidos), y (f) contenido de azufre.

(a) **Contenido de halógenos.** Si se queman compuestos orgánicos halogenados, entonces dentro de los productos de combustión se presentan ácidos halogenados y halógenos libres. Estos gases corrosivos pueden requerir un tratamiento posterior antes de ser descargados a la atmósfera. Además, es probable que los halógenos y ácidos halogenados formados durante la combustión causen problemas de corrosión en los equipos. Para minimizar tales problemas, los residuos halogenados son mezclados con combustibles sólo en concentraciones muy pequeñas.

(b) **Contenido de sólidos inorgánicos (cenizas).** El contenido elevado de sólidos inorgánicos (es decir, contenido de cenizas) en los residuos puede producir dos problemas, formación de incrustaciones y emisiones de material particulado. Las incrustaciones se producen por la

deposición de sólidos inorgánicos sobre las paredes del equipo. Las emisiones de material particulado se producen por los constituyentes inorgánicos no combustibles que salen junto con los productos gaseosos de la combustión. Debido a estos problemas, los residuos con concentraciones importantes no son generalmente usados en calderas a menos que dispongan de un sistema para controlar las emisiones atmosféricas. En los hornos industriales, las concentraciones de metales pesados pueden ser de importancia ambiental si estos son descargados en las emisiones atmosféricas resultantes del proceso de combustión, o en las cenizas.

- (c) **Poder calorífico.** El poder calorífico del residuo debe ser lo suficientemente alto (por si sólo o al combinarse con otros combustibles) para mantener temperaturas de combustión consistentes con una eficiente destrucción del residuo y con la operación del horno o caldera. En muchos casos, sólo residuos que tienen poder calorífico como mínimo en el rango de 4.400 a 5.600 kcal/kg, son considerados.
- (d) **Viscosidad.** En el caso de residuos líquidos, la viscosidad debe ser lo suficientemente baja para que puedan ser pulverizados en la cámara de combustión. Si la viscosidad es demasiado alta, puede ser necesario el calentar previamente los estanques de almacenamiento. Típicamente se requieren viscosidades menores a $160 \text{ mm}^2/\text{s}$ para la pulverización de los líquidos.
- (e) **Contenido de sólidos filtrables.** Un residuo líquido es inaceptable si su contenido de material filtrable en suspensión impide o dificulta su bombeo o pulverización.
- (f) **Contenido de azufre.** El azufre contenido en un residuo puede generar emisiones de óxidos de azufre, no obstante hay disponibilidad de dispositivos de control para su remoción desde los gases descargados por chimeneas.

5.3.2 Incineración

Los cuatro sistemas de incineración más comunas son la inyección líquida, horno rotatorio, lecho fluidizado y horno fijo. La incineración mediante inyección líquida es aplicable a residuos que tienen la viscosidad lo suficientemente baja (menos de $160 \text{ mm}^2/\text{s}$) de manera tal que puedan ser pulverizados en la cámara de combustión. Sin embargo, la viscosidad es dependiente de la temperatura así que aunque la inyección líquida pueda no ser aplicable a un residuo a temperatura ambiente, puede serlo si este es calentado. Además, el tamaño de partículas y la concentración de sólidos suspendidos deben ser lo suficientemente bajos para

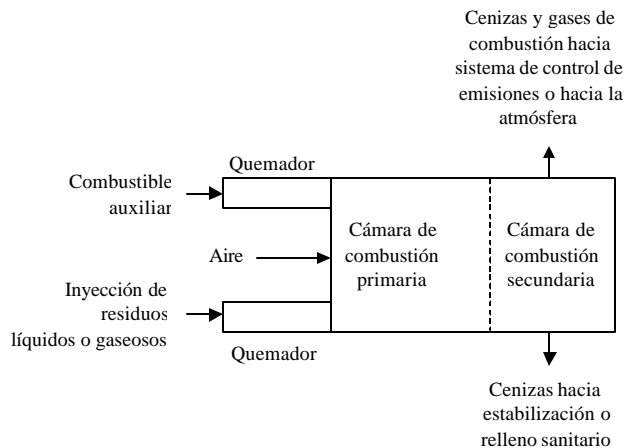


Figura 5.9: Esquema de Proceso de Incineración con Inyección Líquida

evitar la obstrucción de las aberturas del pulverizador. El horno rotatorio, de lecho fijo y fluidizado son aplicables a residuos con gran variedad de viscosidad, tamaño de partícula y concentraciones de sólidos suspendidos. El principio básico de operación es la descomposición térmica de los constituyentes orgánicos mediante reacciones de oxidación y *cracking* a elevadas temperaturas (generalmente entre 760 y 1.650 °C) para convertirlos en dióxido de carbono, vapor de agua, óxidos de nitrógeno, nitratos y amoníaco (en el caso de residuos que contienen nitrógeno), óxidos de azufre y sulfatos (en el caso de residuos que contienen azufre), y ácidos de halógenos (en el caso de residuos halogenados).

5.4 TÉCNICAS DE DISPOSICION FINAL

Estas técnica se aplican a residuos que van a ser manejados como residuos sólidos y que van a ser dispuestos en rellenos sanitarios o depósitos de seguridad.

5.4.1 Relleno Sanitario

Un relleno sanitario es una obra de disposición segura de residuos sólidos. La obra incluye sistemas de control y tratamiento de emisiones en caso que estas se produzcan. Es una obra que corresponde a un proyecto de ingeniería que debe ser aprobado bajo el sistema de evaluación de impacto ambiental. En la actualidad su uso está restringido para residuos sólidos municipales. Su uso para residuos industriales está restringido a aprobaciones o autorización específica otorgadas por las autoridades de salud regional correspondiente. Por ningún motivo debe recibir residuos peligrosos.

5.4.2 Depósito de Seguridad

Mientras no exista en el territorio nacional una instalación capaz de dar tratamiento o disposición final a determinado tipo de residuos peligrosos, o cuando la implementación o el acceso a tales instalaciones dentro o fuera del país no sea posible a juicio de la Autoridad Sanitaria, dicha autoridad podrá autorizar el almacenamiento prolongado por períodos definidos a la espera de tratamiento y/o disposición final. Las condiciones y forma de almacenamiento deberán definirse claramente en la solicitud de autorización a que se refiere el artículo anterior, pudiendo la Autoridad Sanitaria hacer las exigencias que estime necesarias para asegurar la permanencia, la contención y la estabilidad de los residuos durante el almacenamiento. Al respecto, un relleno de seguridad es una instalación de manejo de residuos peligrosos destinada a la disposición final de residuos peligrosos en terreno, en forma permanente o por períodos indefinidos; diseñada, construida y operada cumpliendo los requerimientos específicos determinados por la Autoridad Sanitaria. No obstante, no se permitirá la disposición final de residuos no peligrosos en relleno de seguridad y de los siguientes tipos de residuos peligrosos entre otros:

- (a) Residuos peligrosos que se encuentren en estado líquido o que evidencien la presencia de líquidos libres de acuerdo al ensayo "*Paint Liquid Filter Test*" de la U.S. EPA, incluidos los líquidos almacenados en contenedores, a menos que se dispongan de técnicas que permitan su fijación y/o solidificación.
- (b) Residuos líquidos inflamables.

- (c) Envases o recipientes vacíos a menos que hayan sido acondicionados para evitar futuros asentamientos.
- (d) Residuos que puedan afectar la resistencia o reaccionar químicamente con las barreras de impermeabilización de la instalación.

5.4.3 Consideraciones Generales

La disposición final de distintos tipos de residuos deberá ser analizado caso a caso. En particular deberá verificarse que estos sean o no residuos peligrosos. Por otro lado la alternativa de disposición final generalmente va a estar relacionada con los pre tratamientos productores del residuo. Por ejemplo en el caso de la disposición de lodos generados en las plantas de tratamiento de riles, o generados directamente por limpieza, se debe revisar si este lodo es o no peligroso, para ello se deben realizar los análisis de laboratorio correspondientes. Se recomienda estar al tanto de las modificaciones de los reglamentos correspondientes.

5.5 RESUMEN

El siguiente cuadro resume las opciones más probables de control de la contaminación existente para la industria gráfica. Se menciona sí este técnica está o no disponible actualmente en Chile. Esto último análisis se basa sólo en la capacidad instalada en el país.

Tabla 5.3: Resumen de métodos de control de contaminación. Tratamiento y Disposición³⁶

Proceso	Tipo tratamiento / disposición / reciclaje	Disponible en Chile
Uso de tinta en litografía, tipografía, serigrafía, flexografía y huecograbado	Reciclaje de tintas. Mezcla de tintas (tinta negra)	Sí
	Disponer tinta enviándolo a sistemas de combustibles alternativos	Sí
	Después de haber realizado la prevención y tratamiento correspondiente trasladar los residuos a sitio de disposición final autorizado y correspondiente (diferenciar residuos peligrosos de los no peligrosos)	Sí

³⁶ Basado en USEPA (1997a) y experiencia de consultores

Proceso	Tipo tratamiento / disposición / reciclaje	Disponible en Chile
Limpieza de equipos	Reuso en el lugar de generación.	Sí
	Disponer solventes enviándolo a sistemas de combustibles alternativos	Sí
	Reciclar solventes en empresas de reciclaje autorizadas. Fuera del sitio.	Sí
	Incineración	No
	Después de haber realizado la prevención y tratamiento correspondiente trasladar los residuos a sitio de disposición final autorizado y correspondiente (diferenciar residuos peligrosos de los no peligrosos)	Sí
Trabajo de imagen	Después de haber realizado la prevención y tratamiento correspondiente trasladar los residuos a sitio de disposición final autorizado y correspondiente (diferenciar residuos peligrosos de los no peligrosos)	Sí
	Recuperación de plata de los baños de fijado utilizando cartuchos de recuperación, recuperación electrolítica y otros	Sí
	Neutralización	Sí
Procesamiento de placa o plancha	Neutralización	Sí
	Después de haber realizado la prevención y tratamiento correspondiente trasladar los residuos a sitio de disposición final autorizado y correspondiente (diferenciar residuos peligrosos de los no peligrosos)	Sí
Proceso de Impresión	Neutralización	Sí
	Reusar compuestos químicos en el sitio (ejemplo, reuso de solventes)	Sí
	Disponer solventes enviándolo a sistemas de combustibles alternativos	Sí
	Después de haber realizado la prevención y tratamiento correspondiente trasladar los residuos a sitio de disposición final autorizado y correspondiente (diferenciar residuos peligrosos de los no peligrosos)	Sí
	Incineración	No

5.6 SISTEMAS FACTIBLES DE CONTROL Y EFICIENCIA DE REDUCCION DE LOS CONTAMINANTES

La siguiente tabla sirve como referencia de inspección al interior del proceso.

Tabla 5.4: Frecuencia recomendada de control de los procesos para verificar la eficiencia de control ambiental

Parámetro	Frecuencia	Nivel de Acción
Temperatura y humedad del recinto	Semanal	Mantener temperatura y humedad en rangos apropiados. En el caso de litografía (IAMS, 1997) se recomienda 21 a 24 °C y 45 a 55% de humedad.
Control en placas o películas no expuestas en área de pre prensa	Mensual	Chequear que los filtros o protectores, para prevenir exposición y pérdidas.
Revisión ajustes de imprentas	Mensual	Revisar las tolerancias de ajustes para prevenir impresión de partidas defectuosas.
Proceso de películas: revelador, fijador, lavado, temperaturas de secado y controles de velocidad	Mensual	Chequear respecto a especificaciones del fabricante.
Estrujamiento entre la placa y lienzo	Mensual	Aceptable (IAMS, 1997): 0,002 a 0,004 pulgadas para lienzos convencionales.
Conductividad de solución fuente	Por tiraje	El rango típico fluctúa entre 1.500 a 1.800 $\mu\Omega$. Reemplazar la solución cuando la conductividad fluctúe por sobre los 600 $\mu\Omega$.
	Mensual	Calibrar conductímetro.

6. ASPECTOS FINANCIEROS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

6.1 BENEFICIOS DEL USO DE TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Los beneficios de la toma de medidas de prevención dicen relación con una mayor eficiencia, menores costos de control de la contaminación y finalmente una mejor calidad de vida:

Reducción de costos operacionales: Se logra a través del ahorro de materiales, energía y mano de obra asociada usualmente en el manejo de residuos.

Reducción de costos de transporte y disposición de residuos: Se logra a través de la reducción del volumen de residuos emitidos o generados por la industria

Reducción de la responsabilidad al largo plazo: Se refiere a la disminución de la responsabilidad adquirida por los residuos peligrosos dispuestos fuera del predio industrial y que han sido manejado en forma deficiente.

Mayor seguridad laboral: Se logra al reducir el potencial de exposición a los residuos peligrosos, lo cual puede disminuir casos de accidentes, gastos médicos asociados y pérdida en la producción.

Mejora de la imagen pública: Se logra al identificar la labor de la empresa con el desarrollo de un medio ambiente sustentable. Puede inducir incluso aumento en ventas y facturación.

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

Se presenta una relación de costos para diversas alternativas de control de la contaminación. Se hace notar que la mayoría de los valores son extranjeros (PNEAC, 1996; CIESISN, 1991), pues varias de estas técnicas recién están empezando a implementarse en Chile, por lo que en muchos casos significa la no existencia de información apropiada.

Tabla 6.1: Relación de costos de algunos tratamientos o sistemas de control

Alternativa	Costo
Manejo Tintas	
Uso de tintas de aceites vegetales tipo heat set	No existe costo de capital; el costo de la tinta puede ser entre un 5 a 8% mayor.
Uso de tintas de aceites vegetales distintas del tipo heat set	No existe costo de capital; el costo de la tinta es ligeramente mayor.

Alternativa	Costo
Uso de tintas de aceites vegetales para periódicos	No existe costo de capital; el mayor costo de la tinta puede ser compensado por la reducción de pérdidas de papel.
Uso de otras tintas de aceites vegetales	Costo de la tinta es ligeramente mayor.
Uso de tintas para UV	Costo de capital por equipos; costo de tinta mayor 2 veces respecto a tintas normales (IAMS, 1997), aumento de productividad. Costo por uso de energía puede ser menor (respecto a secado termal); es posible que sea necesario inversión de equipamiento eléctrico. El costo de la inversión inicial asciende a valores del orden de US\$ 200.000 (IAMS, 1997).
Uso de tintas para EB	Costo de capital; costo de tinta 2 veces respecto a tintas normales. La inversión inicial asciende a una suma muy elevada, entre US\$ 1.000.000 y US\$ 5.000.000 (IAMS, 1997). Esto lo hace poco aplicable a la realidad nacional.
Uso de tintas hechas en base a agua	Puede requerir nuevos costos de capital por equipamiento; mayor gasto energético; reducción en el costo de manejo de residuos.
Tratamiento de residuos tintas	El costo de la quema y uso como combustible alternativo ³⁷ en vez de la disposición final de la tinta tiene asociada una ganancia. En el caso de Estados Unidos el ahorro fluctúa entre US\$ 100 a 200 por un tambor de 55 galones (200 litros) (PNEAC, 1988a).
Manejo solución fuente	
Filtración de solución fuente	La bibliografía indica que para el caso de Estados Unidos (IAMS, 1997) los costos de la unidad de filtración pueden variar entre US\$ 250 hasta US\$ 1000, dependiendo del tamaño y sofisticación del sistema. Normalmente estos sistemas requieren el reemplazo manual de la unidad de filtración. Los costos de reemplazo manual son del orden de US\$ 550.
Unidades de mezcla automatizada de solución fuente	Como referencia en el caso de Estados Unidos, para una sala de impresión grande, donde el sistema de mezcla automática va a alimentar a todas las prensas, el costo de instalación fluctúa entre US\$ 10.000 a US\$ 20.000. Para imprentas de tamaño menor, el costo puede ser incluso inferior a US\$ 10.000 (IAMS, 1997)
Conversión a técnica de impresión offset waterless printing	Como referencia en el caso de Estados Unidos, la inversión inicial en equipamiento fluctúa entre los US\$ 100.000 y 120.000, para convertir una unidad convencional de 6 unidades 40 pulgadas.
Manejo de solventes	
Limpieza automática de lienzos (off set)	El costo de inversión varía según la técnica utilizada:

³⁷ El fuel blending. Por ejemplo una tinta usada que sea bombeable y tenga un contenido de agua bajo el 10% tendrá un valor energético de entre 13000 y 18000 BTU/lb (Flint Ink, 1998)

Alternativa	Costo
	Spray: Precios por unidad varían entre US\$ 3.500 a US\$ 11.000 Cepillo y paño: Precios por unidad entre US\$7.000 y 22.000 (IAMS, 1997). ³⁸
Recuperación de solvente ³⁹	Unidad capacidad de destilación de 2,3 [m ³ /d] cuesta US\$ 83.700 Unidad capacidad de destilación de 4,5 [m ³ /d] cuesta US\$100.500 Unidad capacidad de destilación de 6,4 [m ³ /d] cuesta US\$121.300 Unidad capacidad de destilación 12,7 [m ³ /d] cuesta US\$202.200
Manejo de residuos fotográficos	
Recuperación de plata	Un equipo de recuperación compacto simple, con intercambio metálico, compuesto por dos cartuchos, de capacidad 2.200 litros (600 galones) el primero, y 3.600 litros (1.000 galones) el segundo. Con una velocidad de procesamiento de 5,5 litros/hora cuesta aproximadamente US\$ 2000 la unidad de recuperación, y del orden de US\$ 100 los cartuchos de intercambio ⁴⁰ . Existen unidades más económicas y se reportan precios de hasta US\$ 200 (DEP, 1996). El intercambio de los cartuchos cuesta US\$ 150 a 300 anualmente (DEP, 1996) ⁴¹ . Una unidad de recuperación electrolítica, con capacidad de recuperación de 40 onzas/hora, cuesta sobre los US\$30.000 ⁴² . Una unidad con capacidad de recuperación de 1,5 onzas/hora cuesta aproximadamente US\$ 5.000 ⁴³ . Se reportan unidades de valores menores, como US\$ 2,500 (DEP, 1996).
Control de emisiones de COVs	<i>Costos operacionales solamente</i>
Oxidación térmica sin regeneración y concentraciones ⁴⁴ bajas	> 575 US\$/ton COV abatido
Oxidación catalítica sin regeneración y concentraciones bajas	175–575 US\$/ton COV abatido
Adsorción con filtros de carbón activado y concentraciones bajas	> 575 US\$/ton COV abatido
Biofiltración con concentración baja	175 < US\$/ton COV abatido

³⁸ Estos costos no incluyen mano de obra asociada.

³⁹ El costo de algunas unidades de destilación se presenta en la siguiente tabla. Debe recordarse que las capacidades de destilación indicadas son sólo valores nominales, porque en la práctica estas pueden variar dependiendo del punto de ebullición del solvente, su presión de vapor y porcentaje de sólidos. Información proporcionada por el Sr. Sergio Pera de InkMaker (distribuidor autorizado de CB Mills para Sudamérica).

⁴⁰ Referencia de precio, según catalogo Hallmark Refining Corporation. HRC. Modelo Mark 7 (Marzo 1998)

⁴¹ Se supone un recambio cada tres o seis meses.

⁴² Referencia de precio, según catalogo Hallmark Refining Corporation. HRC. Modelo FX 6040 (Marzo 1998)

⁴³ Referencia de precio, según catalogo Hallmark Refining Corporation. HRC. Modelo BFX 500 (Marzo 1998)

⁴⁴ Rangos de concentración: Baja < 3 g/m³; Alta > 5 g/m³

Alternativa	Costo
Oxidación térmica sin regeneración y concentraciones altas	175–575 US\$/ton COV abatido
Oxidación catalítica sin regeneración y concentraciones altas	175–575 US\$/ton COV abatido
Adsorción con filtros de carbón activado y concentraciones altas	175–575 US\$/ton COV abatido
Absorción con sistema de lavado de gases y concentraciones altas	175–575 US\$/ton COV abatido
Condensación con concentración alta	175< US\$/ton COV abatido
Biofiltración con concentración alta	175< US\$/ton COV abatido
	<i>Costos equipamiento</i>
Biofiltración con concentración alta	El costo de un biofiltro puede fluctuar de US\$ 5,000 a varios millones de dólares ⁴⁵ .

6.1 INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE APOYO A LA GESTION AMBIENTAL.

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

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

- Fondo de Asistencia Técnica (FAT): Consultoría ambiental, Auditorías Ambientales, Estudios Técnico Económicos para la implementación de soluciones, Estudios de Impacto Ambiental o Declaraciones de Impacto Ambiental, Estudios de Reconversión y Relocalización Industrial, Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental.
- Las empresas que pueden acceder a este beneficio son aquellas con ventas anuales no superiores a UF 15.000, pudiendo acogerse a este sistema sólo una vez.
- Programa de Apoyo a la Gestión de Empresas Exportadoras (PREMEX): Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Certificación ISO 14.000, Certificación de Calidad ISO 9000 (alimentos), Reciclabilidad de Envases y Embalajes.
- Estos recursos están disponibles para todas las empresas exportadoras de manufacturas y software con exportaciones de US\$ 200.000 o más acumulados durante los dos últimos años y ventas netas totales de hasta US\$ 10.000.000 en el último año.

⁴⁵ Clairtech, Holanda (<http://www.clairtech.com/>)

- **Proyectos de Fomento (PROFO):** Programas Grupales de Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, Mercado de Residuos (bolsa) Plantas Centralizadas de Tratamiento de Residuos, Programas Colectivos de Mejoramiento de Procesos, Programas Colectivos de Relocalización Industrial.
- Los beneficiarios son pequeños o medianos empresarios de giros similares o complementarios con ventas anuales no superiores a las UF 100.000.
- **Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC):** Fondo destinado al financiamiento de proyectos de innovación e infraestructura tecnológica. Puede ser utilizado para la introducción de tecnologías limpias, tecnologías “end of pipe”, misiones tecnológicas (Charlas de Especialistas Internacionales). Permite financiar hasta un 80 % del costo total del proyecto mediante una subvención de proyecto y crédito.
- Subvención de hasta un 60% del costo, con un máximo de US\$ 300.000 y crédito en UF, a tasa de interés fija con un período de gracia equivalente a la duración del proyecto.
- **Programa SUAF–CORFO:** Subvención que CORFO ofrece a las empresas para la contratación de un consultor especialista en materias financieras quién elaborará los antecedentes requeridos por el Banco Comercial o empresa de Leasing para aprobar una operación crediticia.
- Las empresas deben poseer ventas netas anuales menores a UF 15.000, comprobado por las declaraciones del IVA, no deben haber cursado operaciones financieras en los últimos 6 meses, no debe tener protestos ni ser moroso de deuda CORFO o SERCOTEC.

Créditos Bancarios

- **Financiamiento de Inversiones de Medianas y Pequeñas Empresas (Línea B.11):** Programas de descontaminación, Servicios de Consultoría, Inversiones.
- **Financiamiento de Inversiones de Pequeñas Industrias Crédito CORFO–Alemania (Línea B12):** Relocalización Industrial.
- **Cupones de Bonificación de Primas de Seguro de Crédito y de Comisiones de Fondos de Garantía para Pequeñas Empresas.(CUBOS):** Garantías para otorgar financiamiento (hipotecas, prendas) que cubren en un % el riesgo de no pago
- Las empresas deben tener ventas netas anuales que se encuentren entre las UF 2.400 y las UF 15.000 (IVA excluido) con un mínimo de 12 meses de antigüedad en el giro y un patrimonio neto de UF 800. El monto mínimo de la operación es de UF 150 con un máximo de UF 3.000.

7. SALUD OCUPACIONAL

7.1 INTRODUCCIÓN

Durante 1998, ocurrieron 1.320 accidentes en la industria gráfica, que representaron 18.180 días perdidos (ACHS, 1998). Estas cifras corresponden solamente a los 550 empresas que están afiliadas con ACHS, por lo que el número real de accidentes es mayor.

7.2 CONTROL DE RIESGOS

A continuación se presentan un resumen de los factores generales que influyen en accidentes y enfermedades:

Producción: Debido a la naturaleza de esta industria generalmente se trabaja contra el tiempo y con mucha presión. En esta situación de presión aumenta el riesgo de accidentes.

Actitudes y Compromisos de Empresa y Trabajadores: Es muy importante que la empresa y sus trabajadores estén comprometidos con la salud y seguridad ocupacional. Ambos deben aceptar la responsabilidad para la implementación y fiscalización de las instrucciones y reglamentos de seguridad.

Diferencias Operacionales de Equipos: Existen diferencias menores, pero importantes, entre los diferentes modelos de equipos utilizados en el rubro. Por falta de atención se puede operar un equipo incorrectamente.

Riesgos Eléctricos: Los accidentes eléctricos ocurren porque las personas actúan incorrectamente o porque se generan y permanecen condiciones inseguras en los circuitos eléctricos. Algunos ejemplos de las condiciones inseguras son: uniones defectuosas, equipos en mal estado, falta de conexión a tierra, circuito sobrecargado, enchufes deteriorados, y falta de mantenimiento de equipos eléctricos. Una descarga de energía puede causar el movimiento de la máquina o un componente de la misma⁴⁶.

Hay dos causas principales de los accidentes y enfermedades ocupacionales: (1) acción insegura (trabajador) y (2) condición insegura (ambiente de trabajo, empleador).

⁴⁶ En Estados Unidos, 2% de las muertes por causas ocupacionales son atribuidas a accidentes de este tipo, por esta razón, existen reglamentos y procedimientos muy específicos para proteger a las personas cuando realizan trabajos eléctricos y tareas con equipos energizados. Para más información respecto a esto, remitirse a los reglamentos de OSHA (U.S. Occupational Health and Safety Administration) "Control of Hazardous Energy (Lockout / Tagout)".

Tabla 7.1: Accidentes y Enfermedades Típicas

Accidentes y Enfermedades	Condiciones y Actividades
Salud General	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de servicios para las necesidades básicas, de higiene y aseo personal. • Fatiga atribuida a las horas de trabajos excesivos.
Dolores en las manos, las muñecas, brazos, cuello y espalda.	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas ergonómicos. Problemas atribuidos a los movimientos recurrentes (repetitivos). Síndrome de uso excesivo de las extremidades superiores (SUEDES). • Mala postura al hacer el trabajo.
Lumbago, dolores musculares, torceduras.	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre esfuerzos. Levantar objetos pesados. • Falta de capacidad física • Hábitos respecto la posición del cuerpo, mala postura.
Quemaduras	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con equipos, máquinas, y materiales calientes. • Contacto con sustancias corrosivas. • Falta del uso de guantes
Golpes	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes con las máquinas, equipos, herramientas, y vehículos • Falta del uso de equipo de protección personal. • Falta de atención por parte del trabajador. • Falta de capacitación en el uso de los equipos y las máquinas. • Falta de protectores en las máquinas. • Falta de alarmas. Falta orden y aseo en las áreas de tránsito.
Contacto con objetos cortantes y corto punzantes	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto con las máquinas, equipos, instrumentos, herramientas, y cortadores industriales, cuchillos. • Falta del uso de guantes. • Falta de atención por parte del trabajador. • Falta de protectores en las máquinas.
Atoramientos	<ul style="list-style-type: none"> • Atoramiento de manos, pies, ropa y cabello en las máquinas. • Falta de atención por parte del trabajador. • Falta de capacitación en el uso de los equipos y las máquinas. • Falta de protectores en las máquinas. • Falta de alarmas

Accidentes y Enfermedades	Condiciones y Actividades
Caídas	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas. Problemas con las superficies del lugar de trabajo. • Manchas de aceite o agua en el piso. • Falta de atención por parte del trabajador. • Falta de orden y aseo en los áreas de tránsito. • Materiales botados en el pasillo. • Trabajos en altura sin elementos de protección.
Molestia o dolores en los ojos.	<ul style="list-style-type: none"> • Proyección de partículas hacia los ojos. • Presencia de vapores orgánicos (solventes) en el aire. • Alumbrado deficiente. • Falta de ventilación en el área de trabajo. • Falta del uso de protección de los ojos. • Fatiga.
Dolor de cabeza	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición a compuestos químicos, (intoxicación). • Alumbrado deficiente en área de trabajo. • Sobre exposición a ruidos. • Ventilación deficiente.
Irritación de la piel	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición a productos químicos. • Falta del uso de guantes. • Lavado de las manos con solventes (bencina).
Intoxicación	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición a sustancias químicas. • Falta de ventilación en el área de trabajo. • Falta del uso de protección respiratoria. • Falta de cambio del filtro (cartucho) de la máscara de protección. • Absorción de productos químicos por la piel Guantes.
Exposición al calor. Deshidratación. Agotamiento por calor.	<ul style="list-style-type: none"> • Falta ventilación y control de temperatura en lugar de trabajo. • Falta equipos de protección personal.

7.3 EXPOSICION A PRODUCTOS QUÍMICOS

Los productos químicos pueden ingresar al organismo por vía digestiva, respiratoria o cutánea. En el caso del ingreso de un agente tóxico al organismo se pueden presentar las siguientes situaciones:

- El organismo procesa los tóxicos (metabolismo) y los elimina.

- Los tóxicos se van acumulando gradualmente en el organismo hasta que se llega al nivel de enfermedad.
- Si la cantidad o concentración de tóxicos es muy grande, se produce intoxicación aguda que puede traer graves consecuencias, incluso la muerte.
- No todas las personas tienen la misma reacción a los efectos de un tóxico, algunas tienen mejores defensas que otras. Estos diferentes grados de reacción se denominan susceptibilidad individual.⁴⁷

Se presenta un listado con los productos principales de la industria gráfica y sus efectos en la salud.

Acetona: Irritante al olfato, garganta, pulmones, y ojos. Puede producir dolor de cabeza, mareos, aumento del pulso, náusea, cambios al ciclo de reproducción de las mujeres. Se absorbe por la piel. Inflamable/combustible.

Acetato de butilo: Irritante a la piel, produce dermatitis. Irritante a los ojos, puede producir lesiones permanentes. Irritante al sistema respiratorio. Puede causar mareos, dolor de cabeza, náuseas. Inflamable/combustible.

Aguarrás: Irritante a los ojos, nariz, garganta, sistema respiratorio, sistema nervioso; puede producir dermatitis. Puede producir dolor de cabeza, mareos, fatiga. Frecuentemente se encuentra en forma de mezclas, y los riesgos aumentan atribuidos a las constituyentes tales como el tolueno y el benceno. Inflamable/combustible.

Alcoholes (alcohol isopropílico, metanol, etanol): Irritante a la piel y sistema respiratorio. La inhalación puede producir náuseas, vómitos, mareos, y fatiga. Inflamable/combustible.

Benceno: Por inhalación produce mareos, fatiga, aumenta pulso cardiaco, dolor de cabeza. La exposición prolongada produce enfermedades de la sangre, anemia, cáncer-leucemia y cambios al ciclo de reproducción de las mujeres. Inflamable/combustible.

Cloruro de metileno: Irritante a la piel, los ojos, membranas mucosas, y sistema respiratorio. Puede causar mareos, dolor de cabeza, náuseas, deterioración de la coordinación muscular, dolor de pecho, angina. Puede causar daños al sistema nervioso. La exposición prolongada puede producir cáncer.

Eteres de glicol: Constituyente de solución de fuente. Irritante a los ojos y membranas mucosas. Dañan al sistema nervioso. Son tóxicos para el sistema reproductivo hombres y mujeres. Son teratógenos.

⁴⁷ *Higiene Industrial*, Recomendaciones prácticas para el control de Agentes Contaminantes, Asociación Chilena de Seguridad.

Etilo benceno: Irritante para los ojos, piel, membranas mucosas, y sistema respiratorio. Síntomas de exposición aguda incluyen narcosis, fatiga, falta de coordinación (músculos, nervios). Los síntomas de exposición crónica incluyen fatiga, dolor de cabeza, irritación a los ojos y al sistema respiratorio, además de dermatitis. Inflamable/combustible—evitar fuentes de ignición.

Gasolina: Aunque el uso de gasolina esta prohibido, aún es muy común su uso debido la economía del producto y su eficiencia como solvente. Irritante a piel, los ojos, nariz, garganta y los pulmones. Puede producir daños hepáticos y renales. Puede producir mareos, dolor de cabeza. La inhalación de vapores de altas concentraciones puede causar efectos a SNC, anestesia, y muerte. Se destaca que la gasolina regular tiene el aditivo plomo tetraetilo, el cual es muy tóxico.

Hexano: Exposición aguda produce irritación a los ojos, piel, membranas mucosas y sistema respiratorio. La exposición crónica produce vértigo, narcosis, mareos, dolor de cabeza, y daños neurológicos. Inflamable/combustible.

Hidroquinona: Irritante severo. Puede producir muerte de inhalación. Posible cancerígeno. Los síntomas de exposición incluyen nauseas, vomito, dificultad en respiración, delirio, convulsiones, dermatitis, dolor de cabeza, decoloración de piel, irritación a los ojos, lágrimas, temblores musculares, sed, transpiración, mareos, problemas al sistema nerviosos central, dolor estomago.

Parafina: Por inhalación produce irritación a los ojos, dolor de cabeza, mareos, deterioro de la concentración y coordinación física, nauseas, aumento de la presión sanguínea, pérdida de apetito. La inhalación crónica puede producir daños riñones, y causar disminución en la habilidad de formar coágulos de sangre. Potencial cancerígeno.

Metil etil cetona: Irritante al olfato, garganta, piel y ojos. Por inhalación, se puede aumentar daños cuando mezclado con otros compuestos. En concentraciones altas, puede producir defectos en fetos e incluso muerte.

Nafta: Irritante a los ojos, piel, sistema respiratorio. Puede producir dolor de cabeza, mareos, nauseas. La exposición prolongada produce dermatitis, daños a los pulmones, a los ojos, a los riñones y al hígado. Referirse al benceno, etilo benceno, trimetilbenceno, xileno, tolueno, y Stoddard Solvent, los cuales son ingredientes de la nafta.

Nitrocelulosa: Irritante a piel y ojos Presenta un peligro de explosión, en particular si se seca el compuesto. Exhibe auto-ignición a 160°C.

N-metilpirolidona: Tratamiento de placas: Pre-prensa. Acabado de placa. Limpiador de tinta remanente. Irritante a los ojos y piel. Vías de exposición: inhalación, absorción y ingestión. Inflamable/combustible

Percloroetileno: Irritante a piel. La exposición a concentraciones altas produce dolor de cabeza, mareos, fatiga, nauseas, dificultad de hablar y caminar, impactos al sistema nervioso, daños a los riñones e hígado, alteraciones al sistema reproductivo de mujeres, cáncer e incluso la muerte. Se acumula en los tejidos y órganos.

Tolueno: Por inhalación produce mareos, fatiga, dolor de cabeza, pérdida de memoria, narcosis, deterioro de la habilidad sonora. Existe problemas de inhalación intencional debido a los efectos narcóticos

Tricloroetileno: Por inhalación produce dolor de cabeza, mareos, deterioración de coordinación muscular, disminución en la concentración, daños a sistema respiratorio, nervios, riñones e hígado. Concentraciones altas pueden producir daños al corazón, coma y muerte.

Varsol-Solvente stoddard: Irritante para los ojos y piel. Los síntomas de exposición incluyen somnolencia, mareos, náusea, vómito, dolor de cabeza dificultad en visión. Las personas con enfermedades de ojos, SNC, y sistema respiratorio pueden tener mayor sensibilidad a los efectos de toxicidad. La inhalación de vapores a altas concentraciones puede causar efectos al SNC, anestesia, y muerte. Inflamable/combustible—evitar fuentes de ignición.

Xileno: La exposición produce dolor de cabeza, irritación a los ojos, piel, nariz y garganta, dificultad respiración, dolores estomacales, mareos y deterioro de la coordinación muscular.

Los peligros asociados con la exposición a los solventes incluyen el aumento de accidentes y el aumento del riesgo de sufrir enfermedades tales como cáncer, daños al sistema respiratorio, fatiga, debilitamiento de los ojos, daño al sistema muscular, deterioración del sistema motor y nervioso, disminución en la destreza y agilidad, encefalopatía tóxica, irritabilidad, deterioración de habilidad de concentración, daño a la memoria, disminución de la capacidad de aprendizaje, cambios de personalidad, disminución de motivación, daños a los riñones e hígado.

El aumento de la actividad física, aumenta la admisión de solventes al cuerpo. Después de la absorción, los solventes pueden empezar acumularse en los órganos tales como el hígado, o ser sometidos a transformación por el proceso de metabolismo, el cual produce elementos más tóxicos. La exposición a los solventes pueden ocurrir directamente o indirectamente. Existen casos de intoxicación por vapores emitidos a través de sistemas de ventilación.

7.4 EXPOSICION AL RUIDO

La sordera profesional depende principalmente de cuatro factores:

- Nivel de ruido
- Tipo de ruido
- Tiempo de exposición
- Edad del trabajador

La sordera es incurable, compromete los dos oídos, no se detecta de inmediato, va avanzando mientras más tiempo exista de exposición a ruido y es invalidante dejando al trabajador en desventaja frente a nuevas oportunidades de trabajo.

El ruido, además de producir sordera incurable, también puede producir otras molestias como dolor de cabeza, irritación, tensión y cansancio. Los ruidos generados por las máquinas de impresión, en algunas áreas de las plantas, exceden el nivel normal, aceptable para trabajadores expuestos sin protección auditiva. Existe el conocimiento de la necesidad del uso de la protección auditiva. La ACHS tiene un programa anual de monitoreo de los impactos de ruido a los trabajadores de las imprentas. En las áreas de trabajo donde se exceden los niveles aceptables del ruido se debe exigir y fiscalizar uso de la protección auditiva. Una medida de control o solución bastante usada es disminuir el tiempo de exposición.

7.5 PROTECCION DE LOS TRABAJADORES

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

- Identificación de los riesgos.
- Capacitación, educación y difusión de la información.
- Provisión de los elementos de seguridad y protección personal.
- Instrucciones y procedimientos específicos para todas las tareas del trabajo.

Estos cuatro componentes deben estar escritos y constituyen el manual y programa de seguridad ocupacional. Las medidas de prevención incluyen:

- Análisis de presencia y concentración de agentes contaminantes en el aire
- Evaluación de la eficiencia del sistema de ventilación.
- Controles médicos pre-ocupacionales y periódicos durante el trabajo.
- Eliminación de los riesgos en la fuente de origen
- Impedir que el contaminante llegue al trabajador.
- Uso de equipos de protección personal.

7.5.1 Areas de Capacitación / Educación

- Descripción, uso y mantención de equipos y materiales (estándares y nuevos)
- Disposiciones legales-normativas vigentes
- Equipos y elementos de seguridad (uso de extintores, equipos de protección)
- Inspecciones internas
- Planes de Emergencia: Qué hacer en el caso de una emergencia?
- Planes de Inspección de Equipos y Areas de Trabajo

- Riesgos ocupacionales asociados con el trabajo (identificación y prevención)
- Información e investigación de accidentes del trabajo
- Toxicología de los productos y materias primas
- Uso de las hojas de datos de seguridad
- Comités paritarios de higiene y seguridad
- Primeros Auxilios
- Principios de Ergonomía: Como evitar SUEDES y lumbago.
- Forma de disposición en almacenaje de productos (bodegas).
- Supervisión de Seguridad y Control de Calidad

7.5.2 Elementos Básicos–Salud y Seguridad Ocupacional

- Botiquín
- Manual y Programa de Seguridad (protocolos escritos)
- Formularios para la identificación e investigación de accidentes.
- Hojas de Seguridad: Para asegurar el uso correcto y almacenaje adecuado de los productos. En la ausencia de las HDS, cualquiera otra hoja o ficha equivalente
- Pósters de información de emergencia
- Traje, uniformey zapatos de seguridad (existen marcas resistentes a aceites), casco.
- Protecciones oculares.
- Faja de protección de espalda y muñequeras.
- Guantes de cuero/algodón y guantes resistentes a solventes (nitrilo, butilo).
- Herramientas de uso común, (alicate, martillo, de preferencia anti–chispas).
- Envases dispensadores de solventes (Safety Cans–Plunger Cans). Debido a los riesgos y costos del uso de los solventes
- Lockers etiquetados para guardar ropa y elementos de seguridad.
- Contenedores etiquetados para la disposición de basura.
- Contenedores etiquetados para la disposición y almacenaje de trapos sucios, solventes y aceites usados.
- Extintores (Tipo ABC).

- Máscara para protección respiratoria con filtro para vapores orgánicos.
- Programa de control de inventario de equipos y materiales de seguridad.
- Programa de mantención de equipos, maquinaria y materiales .
- Etiquetas, señales y barreras de 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 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: Se encuentra en proceso de revisión en lo referente a los plazos de cumplimiento.

8.4 NORMATIVAS APLICABLES A LOS RESIDUOS SÓLIDOS

• D.F.L. N° 725/67

Título : Código Sanitario (Art. 78–81).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 31/01/68

• D.F.L. N° 1.122/81

Título : Código de Aguas (Art. 92).
Repartición : Ministerio de Justicia.
Diario Oficial : 29/10/81

• D.F.L. N° 1/89

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

• D.L. N° 3.557/80

Título : Establece Disposiciones Sobre Protección Agrícola (Art. 11).
Repartición : Ministerio de Agricultura.
Diario Oficial : 09/02/81

• D.S. N° 745/92

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Art. 17, 18, 19).
Repartición : Ministerio de Salud.
Diario Oficial : 08/06/93

• Resolución N° 7.077/76

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

• **Resolución N° 5.081/93**

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

8.5 **NORMATIVAS APLICABLES A LOS RUIDOS**

• **D.F.L. N° 725/67**

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

• **D.S. N°146/98**

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

• **D.S. N° 745/92**

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

8.6 **NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

• **D.F.L. N° 725/67**

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

• **D.F.L. N° 1/89**

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

• Ley N° 16.744/68

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

• D.F.L. N°1/94

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

• D.S. N° 40/69

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

• D.S. N° 54/69

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

• D.S. N° 20/80

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

• Ley N° 18.164/82

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

• D.S. N° 48/84

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

• D.S. N° 133/84

Título : Reglamento Sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas y Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes, Personal que se Desempeñe en ellas u Opere Tales Equipos.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 23/08/84

• D.S. N° 3/85

Título : Aprueba Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 25/04/85

• D.S. N° 379/85

Título : Aprueba Reglamento Sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo Destinados a Consumos Propios.

Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Diario Oficial : 19/03/86

• D.S. N° 29/86

Título : Almacenamiento de Gas Licuado.

Repartición : Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Diario Oficial : 06/12/86

• D.S. N° 50/88

Título : Modifica D.S. N° 40/69 que Aprobó el Reglamento Sobre Prevención de Riesgos Profesionales.

Repartición : Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Diario Oficial : 21/07/88

• D.S. N° 745/92

Título : Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

Repartición : Ministerio de Salud.

Diario Oficial : 08/06/93

• **D.S. N° 95/95**

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

• **D.S. N° 369/96**

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

• **D.S. N° 90/96**

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

• **D.S. N° 298/94**

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

Repartición : Ministerio de Transportes.

Diario Oficial : 11/02/95

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

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

Diario Oficial : 29/11/89

NCh 2.120/89 : Sustancias peligrosas.

Diario Oficial : 07/11/89

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

Diario Oficial : 09/06/93

NCh 2.245/93 : Hoja de datos de seguridad.

Diario Oficial : 18/01/94

8.7 NORMAS REFERENCIALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN

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

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

8.7.1 Normas relativas al agua

• Norma NCh 1.333/Of. 87

Título : Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos.
Repartición : Instituto Nacional de Normalización.
Diario Oficial : 22/05/87

8.7.2 Normativas de salud y seguridad ocupacional⁴⁸

• Norma NCh 388/Of. 55 / D.S. 1.314

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

• Norma NCh 385/Of. 55 / D.S. 954

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

⁴⁸ La repartición y fecha corresponden al Decreto Supremo citado en cada norma, y por el cual se oficializó la respectiva Norma Chilena. Para conocer el contenido de cada Norma, dirigirse al INN.

• **Norma NCh 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 PARA LA OBTENCION DE PERMISOS

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

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

La ventaja de este sistema radica en que, habiéndose efectuado la evaluación 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 (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Permiso Municipal de Edificación (Municipalidad).
- Informe sanitario (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente).
- Patente Municipal definitiva (Municipalidad).

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

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

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

9.1 CERTIFICADO DE CALIFICACION TECNICA

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

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

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

9.2 INFORME SANITARIO

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

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

- Solicitud de informe sanitario (SESMA).
- Declaración de capital simple inicial.
- Instructivos exigencias generales y específicas.
- Clasificación de zona (Dirección de Obras Municipales).
- Informe de cambio de uso de suelos (Servicio Agrícola Ganadero).
- Pago e inspección.

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

- Plano local con distribución de máquinas y propiedades colindantes.
- Comprobante de pago de agua potable y alcantarillado red pública (Empresa Sanitaria).

- Autorización sanitaria para sistemas de agua potable y alcantarillado particular, cuando no exista red pública (SESMA).
- Informe de muestreos isocinéticos de material particulado de fuentes fijas (Calderas, hornos, etc.) cuando corresponda (Empresa Registrada).
- Certificados de instaladores registrados en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, de las instalaciones eléctricas y de gas (Superintendencia de Electricidad y Combustibles).
- Autorización de aprobación del tratamiento y disposición de residuos industriales sólidos (SESMA).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos (SISS).
- Aprobación de proyecto y recepción de obras de sistemas de tratamiento de aguas servidas particulares (SESMA).
- Resolución autorización de casino, empresas sobre 25 empleados (Programa Control de Alimentos del SESMA).
- Certificados de revisiones y pruebas de generadores de vapor (SESMA–PROCEFF).
- Certificados y pruebas de autoclaves (SESMA–PROCEFF).
- Certificados de operadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Certificados de operadores de calderas industriales y calefacción (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- Licencias de operación generadores de radiaciones ionizantes (Programa Salud Ocupacional del SESMA).
- licencia de conducción equipos de transporte (Departamento Tránsito Público Municipalidad Respectiva).
- Informe de detección, evaluación y control de riesgos (Mutual de Seguridad y SESMA).
- Oficio aprobación del reglamento interno de higiene y seguridad (SESMA).
- Acta de constitución comité peritario higiene y seguridad, empresas sobre 25 empleados (Inspección del Trabajo de La Dirección del Trabajo).
- Contrato experto en prevención de riesgos, empresas sobre 100 empleados.
- Comprobante pago de cotizaciones de seguro (Mutual de Seguridad e Instituto de Normalización Previsional).

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

9.3 PERMISOS MUNICIPALES

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

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

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La siguiente tabla resume los alcances y principales productos de este trabajo, como herramienta de gestión para el industrial.

Tabla 10.1: Medidas de Manejo Ambiental

Etapa	Aspecto Ambiental	Consideraciones
Gestión	Programas de Prevención de la Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> ● Implementar programas y política de control de contaminación al interior de la compañía. ● Utilizar técnicas de motivación a los empleados: bonos, cuadros de honor, etc. ● Capacitación de empleados ● Seguimiento de costos y residuos. ● Consultar las oportunidades de gestión, incluyendo reciclaje, reuso y bolsas de residuos. Consultar con proveedores y clientes. Revisar bibliografía e INTERNET . ● Presentarse ante la comunidad como una empresa preocupada del medio ambiente.
Diseño	Producto Final	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relación con el proveedor. Información de mejores técnicas del punto de vista ambiental. ● Es posible reciclar el producto impreso una vez que su uso haya terminado? ● Cómo se producen las materiales que se utilizarán como materia prima del proceso? ● Es posible utilizar materias primas provenientes de proceso de reciclaje? ● Es posible utilizar materias primas provenientes de recursos renovables en vez de no renovables?
Procesamiento de Imagen	Producción de Placas	<ul style="list-style-type: none"> ● Si es factible, tanto técnica como económicamente, utilizar usar procesos digitales y químicos en base agua.

Etapa	Aspecto Ambiental	Consideraciones
Impresión	Sustrato / Papel	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprar papel a empresas que tengan compromiso de un manejo ambiental apropiado. ● Si es factible, tanto técnica como económicamente, utilizar papel reciclado⁴⁹. Se recomienda consultar con el proveedor y realizar pruebas de impresión. ● Comprar papel que se garantice no ha sido blanqueado con cloro durante su proceso de producción⁵⁰.
	Composición de tintas ⁵¹	<ul style="list-style-type: none"> ● Consultar con el proveedor que porcentaje de COV es emitido cuando las tintas se secan y cómo se comparan con otras tintas. Es claro que el nivel de COV emitidos va a depender del proceso de impresión seleccionado. ● Si es factible, tanto técnica como económicamente, utilizar tintas en base a aceites vegetales. Estas tintas son parcialmente fabricadas con recursos renovables. De todas formas es necesario especificar el nivel de COV emitidos. ● Tratar de obviar el uso de tintas con pigmentos en base a metales pesados. ● Si es factible, tanto técnica como económicamente, utilizar tintas recicladas dentro del proceso.
Acabado	Troquelado	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratar de tener menor volumen de pérdidas al realizar los cortes para presentación final.

⁴⁹ Al comprar papel con un contenido de elementos reciclados se está disminuyendo la demanda de los rellenos sanitario y utilizando menos recursos forestales.

⁵⁰ Se recomienda que al momento de adquirir papel reciclado se especifique que el componente virgen de este papel haya sido manufacturado sin cloro elemental o compuestos de cloro y que las fibras recicladas hayan sido blanqueadas sin cloro durante el reciclaje y proceso de re pulpado.

⁵¹ Existen tres aspectos relacionados con la composición de tinta y su impacto ambiental: la composición de compuestos orgánicos volátiles (COV), recursos no renovables y metales pesados.

Etapa	Aspecto Ambiental	Consideraciones
	Recubrimientos ⁵²	<ul style="list-style-type: none"> ● Recubrimientos acuosos. Papel con recubrimientos en base agua (lacas) puede ser reciclados y re pulpados. ● Recubrimientos ultravioleta UV. Los procesos de recubrimiento UV no emiten sub productos tóxicos, sin embargo estrictas medidas de salud, seguridad y control medio ambiental deben ser tomadas para proteger a los trabajadores. Los trabajadores deben estar protegidos de las radiaciones UV. La posibilidad de reciclaje del papel con este tipo de recubrimiento es evaluada caso a caso ● Barnices sobre impresión producen papel que puede ser fácilmente reciclado, sin embargo hay que considerar el nivel de emisiones de COV.
	Adhesivos ⁵³	<ul style="list-style-type: none"> ● Es posible utilizar para la mayoría de los trabajos de impresión adhesivos con bajos niveles de emisión de COV asociados. ● El usar adhesivo con bajo contenido de solventes facilita la posibilidad de reciclaje del producto final usado.
	Tamaño Edición	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratar de realizar sólo el número exacto de trabajos.

⁵² Diferentes compuestos químicos son utilizados para producir diferentes tipos de recubrimientos, algunos de ellos son potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente.

⁵³ Utilizado para encuadernado y etiquetado.

11. BIBLIOGRAFIA

American Gas Association (AGA), 1998. Natural Gas Applications in Printing and Publishing. Gas Industry Online.

Babin, A. and McCann, M. 1992. Solvents Used in the Arts. Art Hazards Information Center. Center for the Safety of Arts. United States.

Buonicore, A. and Davis, W. 1992. Air Pollution Engineering Manual. Air & Waste Management Association.

California Integrated Waste Management Board (CIWMB). 1996. Waste Prevention in the Printing Industry. 500-94-041

Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). 1997. Sub-Programa Residuos Industriales Sólidos. Planes de Acción para Residuos Industriales Sólidos y Líquidos. Informe Final

Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). 1998. Caracterización de Residuos Industriales Sólidos en la Región Metropolitana. Informe Final.

Consortium for International Earth Science Information Network (CIESIN). 1991. Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds or their Transboundary Fluxes.

Department of Ecology (DEP). 1996. Environmental Management and Pollution Prevention. A Guide for Screen Printing. Washington State. Publication 94-137R

Department of Ecology (DEP). 1996b. Environmental Management and Pollution Prevention. A Guide for Photo Processors. Washington State. Publication 94-138R

Eckenfelder, Jr., W. Wesley. 1989. Industrial Water Pollution Control. Second Edition. McGraw Hill.

EMEP/CORINAIR. 1996. First Edition. Solvent and Other Product Use. In: Atmospheric Emission Inventory Guidebook. EMEP Task Force on Emission Inventories. European Environment Agency. Copenhagen.

Environet Australia. Cleaner Production in the Screen Printing Industry Cutler Brands Pty Ltd. Cleaner Production. Case Studies Directory. Environment Australia. Environment Protection Group.

Field, Janet N. (Ed.) 1980. Graphics Arts Manual. Arno Press, Musarts Publishing Corp. New York.

Flint Ink. 1998. Handling Waste Ink: Some Options. Enviro-Tek. Enviro Update-Summer 1998.

Flint Ink. 1998a. New Air Pollutant Standard for Printing and Publishing. Enviro-Tek. Enviro Update-Spring 1998

Graphic Arts Monthly (GAM), July 1997. Systems to Control VOCs: Web Printers Seeking to Comply with strict Regulations have new Abatement Technologies to consider. Graphic Arts Monthly Online-Sourcebook

Graphical Arts Technical Foundation (GATF). 1992. Printing Industry and Its Chemical Usage. Pittsburgh. PA, United States.

Giddings T.J., Marlowe I.T., Richardson S.J. Reduction of Volatile Organic Compound Emissions from Industrial Coating of Metallic Surfaces Using Carbon.

Institute for Local Self Reliance (ILRS). 1997. Biochemicals for Printing Industry. The Carbohydrate Economy. Industrial Products from the Soil.

Institute of Advanced Manufacturing Sciences Inc. (IAMS); Printing Industries Associations of Southern Ohio (PIA); US Environmental Protection Agency (EPA). 1997. Improve Efficiency and Reduce Waste through Process Control in the Lithographic Printing Industry. IAMS Printers Manual.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 1994. ENIA. Industrias Manufactureras 1994, Nivel Regional. Tomo IV. 50 y más personas ocupadas.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 1995. ENIA. Industrias Manufactureras 1995, Nivel Regional. Tomo IV. 50 y más personas ocupadas.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 1996. Compendio Estadístico 1996

Instituto de Normalización Previsional (INP). 1995. Base de Datos de Actividades Económicas CIIU 4 dígitos.

Instituto de Normalización Previsional (INP). 1997. Base de Datos de Actividades Económicas CIIU 5 dígitos.

INTEC Chile, 1998. Documento de Difusión Opciones de Gestión Ambiental. Sector Imprentas. Proyecto: "Apoyo a la Gestión Medioambiental de la PYME a través del Fortalecimiento de la Oferta".

Ministerio de Salud de la República de Chile (MINSAL). 1999. Borrador de Reglamento de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos.

Nayak, V.; Medrano, S.; Regia, G. y Fermin, J. 1999. Solvent Recovery. Air: Alternative Treatment. Environmental Technology.

New York State. February 1997. 6 NYCRR Part 234. Offset Lithographic Printing Processes: Using Complying Fountain Solutions. Small Business Assistance Program.

Passant N.R. Emissions of Volatile Organic Compounds From Stationary Sources in the United Kingdom: A Review of Emission Factors by Species and Process (September 1993 Update). LR990. Warren Spring Laboratory, Gunnels Wood Road, Stevenage, Herts, UK. Contact AEA Technology Library, Culham, Abingdon UK OX14 3DB.

PNEAC, Montana State University 1996. Printing Inks. Printing Environmental Technology Fact Sheet.

PNEAC, Montana State University 1996a. Fountain Solution Solutions. Printing Environmental Technology Fact Sheet.

PNEAC, Montana State University 1998a. How to Reduce, Reuse and Recycle Lithographic Ink Wastes. Printing Environmental Technology Fact Sheet.

PNEAC, Montana State University 1998b. Working with Suppliers. Printing Environmental Technology Fact Sheet.

PNEAC, Montana State University 1998c. Case Study. Emission Reduction in Waterless Printing Operations. Printing Environmental Technology Fact Sheet.

PNPPRC (Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center). 1997. Commercial Printing Industry. Compliance & Pollution Prevention Workbook

Richardson, Stephen. 1995. Atmospheric Emission Inventory Guidebook (1st edition). Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe. CORINAIR. The Atmospheric Emission Inventory for Europe.

Setia, Saket. 1996. VOC Emissions–Hazards and Techniques for their Control. Chemical Engineering World. Vol. XXXI, N°9. India.

Shen, Tomas T. 1995. Industrial Pollution Prevention. Springer

Superintendencia de Servicios Sanitarios (SSS), Figueiredo Ferraz. 1998. Actualización del Catastro Nacionales de Residuos Industriales Líquidos del año 1992. Informe Final. Tomo I. Universo de Industrias.

Superintendencia de Servicios Sanitarios (SSS), Figueiredo Ferraz. 1998. Actualización del Catastro Nacionales de Residuos Industriales Líquidos del año 1992. Informe Final. Tomo IV. Evaluación del Grado de Contaminación de las Cuencas.

United Soybean Board (USB). 1996. Printing Inks seek to improve Air Quality. USB Newsletter Online.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1991. Guide to Pollution Prevention: The Photoprocessing Industry. EPA/625/7-91/012

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1991a. Handbook: Control Technologies for Hazardous Air Pollutants. EPA/625/6-91/014

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1994. Printing Industry and Use Cluster Profile. EPA/744/R-94/003

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1995b. 5th Edition. Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42), Volume 1, Stationary Point and Area Sources. Emission Factor and Inventory Group, Office Of Air Quality Planning And Standards.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1995c. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants. Printing and Publishing Industry Background Information for Proposed Standards. EPA/453/R-95/002a

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1997. Pollution Prevention for the Printing Industry. A Manual for Pollution Prevention Technical Assistance Providers. EPA/742/B-97/005

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1997a. RCRA in Focus: Printing. EPA/530/K-97/007

World Bank. 1997. Pollution Prevention and Abatement Handbook-Part II & III

Worrall, Mike. January 1998. Capturing Organic Vapors from Non-Condensable Gases Using Activated Carbon Adsorption Technology. Chemical Processing.