

UCH-FC
Q Ambiental
S 161
C. 1



FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

**“PROPUESTAS E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE
PRODUCCIÓN LIMPIA, PARA MEJORAR LA GESTIÓN
AMBIENTAL Y SALUD OCUPACIONAL, EN EL RUBRO DE LA
INDUSTRIA GRÁFICA”**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de:

Químico Ambiental

Sebastián Andrés Salazar Sandoval

Director de Seminario de Título: José Salazar Guerrero
Profesor Patrocinante: M. Cs. Julio Hidalgo

Mayo de 2015
Santiago – Chile

ESCUELA DE PREGRADO – FACULTAD DE CIENCIAS – UNIVERSIDAD DE CHILE



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por el candidato:

SEBASTIÁN ANDRÉS SALAZAR SANDOVAL

“PROPUESTAS E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PRODUCCIÓN LIMPIA, PARA MEJORAR LA GESTIÓN AMBIENTAL Y SALUD OCUPACIONAL, EN EL RUBRO DE LA INDUSTRIA GRÁFICA”

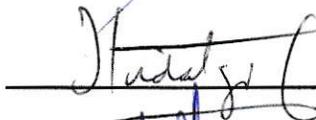
Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Químico Ambiental.

COMISIÓN DE EVALUACIÓN

José Salazar Guerrero
Director Seminario de Título

pp 

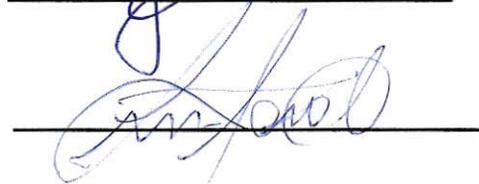
M. Cs. Julio Hidalgo
Profesor Patrocinante



Gustavo Salinas
Presidente



Dr. Richard Toro
Corrector





Santiago de Chile, Mayo de 2015

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi familia: mi madre Carmen Gloria, mi padre José y a mis hermanas Carmen Paz y Antonia, por su apoyo incondicional, no sólo a lo largo de la carrera, si no desde que tengo memoria, siempre han estado ahí, en las buenas y en las malas. Sin ellos no hubiese sido posible que yo estuviera aquí. Sin duda no podría haber pedido una familia mejor, los amo mucho a cada uno.

Agradezco también a Maite, mi pareja durante mis estudios de pregrado, quien siempre con su inteligencia, dulzura y sabios consejos, me ayudó a salir adelante ante las dificultades que se pudieran aparecer en el camino. Sin ella todo hubiese sido muy aburrido, te amo mucho a ti también.

Agradezco a mis abuelos, tíos y primos, quienes son personas excepcionales, llenas de afecto y preocupadas por la familia.

Agradezco a mis compañeros de generación y a mis amigos de la universidad (no necesariamente de la misma generación), con quienes compartí muchas noches de estudio, tardes de esparcimiento y risas. Fue un gusto ser parte de la misma casa de estudios que estas personas, y espero que podamos seguir manteniendo el contacto. De este grupo, quisiera destacar a mis amigos más cercanos: Benicio, Christopher, Lily, Ignacio, Tomás, Paula y Francisca.

Agradezco a la Dra. Cecilia Labbé y a María Inés, por recibirme en su laboratorio durante mi estadía en pregrado. Aprendí mucho con ellas, no sólo en lo que respecta a investigación y productos naturales, sino que también en lo que respecta a ser una mejor persona y al trabajo en equipo. Además siempre estaban dispuestas a conversar y a escuchar a los alumnos.

Agradezco al Profesor Julio Hidalgo, por aceptarme como su alumno en el Seminario de Título y guiarme en éste. En sus asignaturas aprendí mucho sobre el tópico a tratar en este seminario. Por lo que, gracias a ellas, pude dejar bien conceptuada a la Universidad de Chile en el trabajo. También agradezco a los integrantes de mi comisión: los profesores Gustavo Salinas y Richard Toro, por ayudarme a hacer de mi Seminario de Título un mejor trabajo, sin duda no podría haber pedido una comisión mejor.

Finalmente, agradezco a la Facultad de Ciencias por ser mi alma máter.

BIOGRAFÍA DEL AUTOR



Mi nombre es Sebastián Andrés Salazar Sandoval. La carrera de Química Ambiental me llamó la atención, puesto que desde temprana edad estuve al tanto de lo relevante que es cuidar el Medio Ambiente y también, siempre estaba dispuesto a trabajar en grupo y a tomar decisiones como un equipo.

Apenas terminé la educación media, decidí estudiar Animación, puesto que saber dibujar es otra de mis aptitudes. No obstante, finalmente decidí dirigir mi rumbo hacia la Química y el Medio Ambiente, en la casa de estudios que quise desde un comienzo: la Universidad de Chile.

En general, fui buen alumno en la facultad y la carrera resultó ser lo que esperaba, sobre todo al momento de realizar esta tesis y poder ejercer en un trabajo, donde se tiene una visión más clara de lo que realizamos los Químicos Ambientales y el aporte que podemos traer a este mundo como profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	iii
BIOGRAFÍA	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGNIFICADOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1. La Industria Gráfica.....	1
1.1.2. Residuos y Aspectos Ambientales de la Industria Gráfica	1
1.1.2.1. Emisiones atmosféricas y compuestos orgánicos volátiles.....	1
1.1.2.2. Residuos industriales líquidos	3
1.1.2.3. Residuos Industriales Sólidos	4
1.1.3. Olores	5
1.1.4. Ruido	5
1.2. Antecedentes Específicos.....	5
1.2.1. Dimensión de la industria gráfica en Chile	5
1.2.2. Alternativas de gestión ambiental de la Industria Gráfica chilena	6
1.2.2.1. Medidas paliativas para emisiones atmosféricas de COV	6
1.2.2.2. Medidas paliativas para efluentes líquidos	9
1.2.2.3. Disposición final de residuos sólidos.....	10
1.2.3. Salud Ocupacional.....	12
1.2.3.1. Principales Factores de Riesgo	13
1.2.3.2. Recomendaciones en Seguridad Ocupacional	14
1.2.4. Propuesta del Seminario	15
1.3. Objetivo General	15
1.4. Objetivos Específicos.....	15
II. METODOLOGÍA	16
2.1. Diagnóstico ambiental de la Empresa	16
2.2. Medición de COV	16
2.2.1. Medición de Ozono	16

2.2.2.	Evaluación de solventes presentes en solución de limpieza.....	17
2.2.3.	Evaluación de exposición a ruido.....	17
2.3.	Desarrollo de plan de acción para Producción limpia.....	17
2.3.1.	Implementación de medidas de mejora.	18
III.	RESULTADOS	18
3.1.	Diagnóstico inicial de la empresa	18
3.1.1.	Residuos y Gestión	18
3.1.1.1.	Características de los residuos generados en los procesos	18
3.1.1.2.	Materias primas que se utilizan en el proceso y los efectos en la salud.	19
3.1.1.3.	Residuos Peligrosos	20
3.1.1.4.	Gestión de residuos.....	20
3.2.	Mediciones de COV.....	21
3.2.1.	Área de serigrafía	22
3.2.2.	COV medidos en área de servicio técnico.....	22
3.3.	Medición de ozono.....	23
3.4.	Exposición al ruido	24
3.4.1.	Área confección de sobres.....	24
3.5.	Observaciones de Seguridad Laboral	27
3.5.1.	Área de serigrafía	27
3.5.2.	Exposición al ruido.....	27
3.6.	Recomendaciones de Seguridad Laboral	28
3.6.1.	Exposición a COV y Ozono	28
3.6.1.1.	Recomendaciones para el área de serigrafía.....	28
3.6.1.2.	Recomendaciones generales de seguridad para el área servicio técnico	29
3.6.1.3.	Recomendaciones respecto a la exposición a Ozono.....	29
3.6.2.	Exposición acústica	30
3.6.2.1.	Recomendaciones para control de ruido.....	30
3.6.3.	Elementos básicos de Seguridad	31
3.7.	Programa en base a producción limpia.	32
3.7.1.	Procesamiento de imagen	32
3.7.2.	Uso de tintas.....	33
3.7.3.	Solución fuente.....	34
3.7.4.	Uso de solventes.....	35

3.7.5.	Uso de sustrato/papel.....	38
3.7.6.	Relación con el proveedor	38
3.7.7.	Recomendaciones generales para producción limpia.....	39
3.7.8.	Propuesta de Medidas de mejora en los procesos	41
3.8.	Medidas Implementadas.....	41
3.8.1.1.	Reciclaje de papel	41
3.8.2.	Gestión de Residuos peligrosos.....	42
IV.	DISCUSIÓN	44
4.1.	Diagnóstico ambiental de la empresa.....	44
4.2.	Requisitos legales e implementación de medidas	45
V.	CONCLUSIONES	48
VI.	BIBLIOGRAFÍA	50
VII.	ANEXO.....	52
7.1.	Normativa aplicable a la industria gráfica	52
7.2.	Técnicas de control de COV	53
7.2.1.	Oxidantes Catalíticos.....	54
7.2.2.	Adsorción con filtros de carbón activado	55
7.2.3.	Condensación	56
7.2.4.	Biofiltración.....	57
7.3.	Características de la exposición acústica	58
7.3.1.	Indicadores de medición.....	58
7.3.2.	Criterios de Evaluación	59
7.4.	Consecuencias de la exposición a productos químicos.....	61
7.5.	Glosario	63

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGNIFICADOS

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
APGME	Acetato Propilenglicol Metil Éter
APL	Acuerdo de Producción Limpia
COV	Compuesto Orgánico Volátil
EPP	Equipo de Protección Personal
LPP	Límite Permisible Ponderado
LPT	Límite Permisible Total
MEK	Metil Etil Cetona
NPS dB (A)	Nivel de presión sonora A
NPSeq	Nivel de presión sonora equivalente
OCR	Oxidación Catalítica Regenerativa
OTR	Oxidación Térmica Regenerativa
PNPPRC	Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center
PROVIMEP	Programa de Vigilancia Médica de Enfermedades Profesionales
RILES	Residuos Industriales Líquidos
RISES	Residuos Industriales Sólidos
RESPEL	Residuo Sólido Peligroso
USEPA	United States Environmental Protection Agency

RESUMEN

La gestión ambiental en las empresas, constituye una herramienta imprescindible para que las actividades que éstas realizan tengan un impacto menor sobre el ambiente y sobre los trabajadores, acorde con la necesidad de llevar a cabo un mejor aprovechamiento, utilización y manejo sostenible de los recursos naturales. De esta forma, las empresas buscan enmarcar sus prácticas en actividades que sean más amigables con el ambiente y sus trabajadores, optimizando sus procesos, generar instrumentos que se utilicen como apoyo en el mejoramiento de la capacidad financiera, y también en la reducción y prevención de sus impactos asociados al medio ambiente y a la salud ocupacional.

El presente Seminario de Título, muestra los resultados del trabajo realizado en la industria gráfica, en lo que respecta a un método de gestión ambiental, mediante acuerdos de producción más limpia, dentro de dicho rubro. Para poder alcanzar el objetivo general, se propusieron objetivos específicos, los cuales son esencialmente tres: diagnosticar en qué etapas del proceso productivo se generan residuos de todo tipo, que puedan causar impacto tanto al ambiente interno laboral como externo a la industria. El siguiente, consistió en diseñar un programa con medidas de mejoras, para avanzar en la gestión en base a Producción Limpia. Finalmente, se implementaron las medidas de mejora en los procesos que lo requerían más urgente.

El método consistió en la identificación de los impactos ambientales, considerando factores como la legalidad y la significancia. Con este método, se encontró que en la empresa de la industria gráfica, los problemas más comunes estaban asociados a: vertimiento de líquidos al alcantarillado; generación de residuos peligrosos como paños contaminados y solventes (que se trataban como residuos domiciliarios); exposición ambiental a ruido y a solventes orgánicos en el ambiente de trabajo, situación que se tornaba más crítica al considerar que los trabajadores no llevaban el equipo de protección personal apropiado; falta de capacitación y de hojas de seguridad sobre los productos químicos que se estaban empleando; toneladas de papel y cartón mensual que

no se destinaban a reciclaje, y materias primas con un alto contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). Ya con los aspectos ambientales identificados, fue posible proponer las medidas paliativas que solucionarían de manera rauda y eficiente estos problemas relacionados con medio ambiente y seguridad ocupacional.

Dentro de las medidas propuestas, se incluyeron: reciclaje de papel y cartón; capacitaciones sobre el uso de los productos químicos en la industria gráfica, manejo apropiado de los residuos peligrosos mediante la instalación de una bodega para dichos residuos (con las características que indica la Norma DS 148/03 MINSAL) ; disposición final de dichos residuos por parte de una empresa autorizada y certificada; generación de acopios para los líquidos que surgen del trabajo en la industria gráfica, y así evitar su vertido en el alcantarillado; entrega de equipos de protección personal y de hojas de seguridad a cada trabajador; mediciones de ruido y de solventes en el área de trabajo, para determinar si sus niveles y concentraciones se encuentran dentro de la norma, respectivamente. Luego de las medidas implementadas, fue posible corroborar la efectividad de la implementación de un APL, tanto en el ámbito ambiental como económico.

ABSTRACT

Environmental management on industries is considered an essential tool in order to diminish the impact caused on both the environment and the workers, according to the need of giving natural resources a better use and sustainable management. Industries are looking to be friendlier to the environment and its workers by optimizing its processes creating tools that can be used as support in financial capacity and in the reduction and prevention of their impacts related to environment and occupational safety.

This thesis shows the results obtained after working in graphic industries regarding environmental management methods which were achieved through Clean Production agreements. It was possible to achieve this general purpose by establishing three specific purposes. The first one consisted on an environmental diagnosis to determine which stages of the process generate waste of any kind which could cause an impact to both external and internal environment. The second one consisted on a program elaboration that allows the graphic industries to constantly improve on their clean production methods. The last one consisted on implementing measures to the processes that required them the most.

The first thing to do was the environmental diagnosis considering factors such as legality and significance. With this method we found out that in graphic industries the environmental problems were related to things such as: sewer disposal, hazardous waste generation and environmental exposure to noise and organic solvents. To make matters even worse the workers did not have at their disposal: personal protective equipment, material safety data sheets and training regarding chemical products, most of which contained Volatile Organic Compounds (VOC). Another topic of interest was the paper: tons of it that could be recycled. With this diagnosis it was possible to propose the measures needed to solve these environmental problems related to environment and occupational safety and health.

Those measures included: paper recycling, training regarding the use of chemical products in graphic industries, appropriate management of hazardous waste, through the construction of a storeroom for hazardous waste (as indicated by the norm DS 148/03 MINSAL); final disposal of hazardous waste by authorized organizations, proper management of liquid waste, so it no longer goes into the sewer systems. Regarding occupational safety and health, personal protective equipment and material safety data sheets were personally handed to each worker and the concentration of organic solvents and noise in the work area was measured. After the implementation of those measures, it was possible to confirm if Clean Production methods were effective regarding environmental and economic topics.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes Generales

1.1.1. La Industria Gráfica

Este sector productivo reúne a todas aquellas empresas que imprimen en distintos tipos de materiales, (impresión offset, tipografía, flexografía, rotograbado, serigrafía e impresión digital), editoriales de libros, diarios y publicaciones periódicas. En la producción de cualquier material gráfico, se distinguen tres etapas principales:

- **Pre impresión:** actividades involucradas en la obtención de la plancha de impresión o forma impresora.
- **Impresión:** etapa de reproducción de la forma impresora en el soporte gráfico
- **Post impresión:** comprende los trabajos necesarios para obtener el producto final.

1.1.2. Residuos y Aspectos Ambientales de la Industria Gráfica

En general, los residuos generados en la industria gráfica 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 la limpieza y aceites lubricantes para maquinaria (CENMA, 1997), siendo, según la bibliografía, más importantes las emisiones atmosféricas. Los residuos pueden clasificarse según la etapa del proceso en que se generen.

1.1.2.1. Emisiones atmosféricas y compuestos orgánicos volátiles

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 (USEPA, 2009). Esta situación se verifica con mayor frecuencia en el caso del huecograbado y serigrafía.

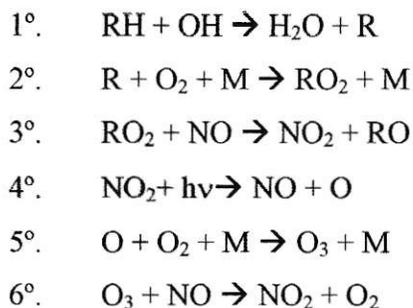
Las tintas pueden contener materiales que hacen que los residuos generados de su uso, sean eventualmente considerados peligrosos, tales como el metal utilizado para la coloración y los solventes, utilizados para acelerar el secado (como el caso específico de las tintas serigráficas, flexográficas, de 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 VOC. Los residuos de las tintas se pueden clasificar en 2 categorías:

- **Tinta de exceso, no contaminada:** Incluye las tintas que no han sido usadas en la fuente de impresión. Aunque éstas pueden ser recicladas, la reutilización es la manera más eficiente de manejarlas.
- **Tinta combinada, 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 otros colores. Para este tipo de tintas, el reciclaje consiste usualmente en una filtración, reacondicionamiento y remezclado.

Dentro de las emisiones atmosféricas, destacan los compuestos orgánicos volátiles (COV) que se caracterizan por tener una alta presión de vapor a temperatura ambiente y provocan reacciones alérgicas, respiratorias e inmunológicas (Mendell M. J., 2007).

Los COV también están implicados en la formación de Ozono troposférico, monóxido de Carbono (CO), dióxido de Carbono (CO₂) y agua. El proceso de oxidación comienza desde la reacción 1, con el ataque del radical hidroxilo al COV. Esto, seguido por la reacción 2 con el oxígeno en el aire, para generar el radical peróxido (RO₂), en la presencia de un tercer cuerpo M (generalmente nitrógeno molecular). La reacción 3 es clave en la oxidación de los COV, la cual es la conversión de NO a NO₂.

Los pasos de propagación del proceso radicalario se ilustran a continuación.



En general, las emisiones fugitivas de COV son difíciles de cuantificar, además de ser de composición desconocida. Estas emisiones variarán con el tipo de impresión, el tipo de formulación de tinta, tratamiento del sustrato, tamaño de prensa, velocidad de aplicación y tiempo de operación. Existen algunos estudios que correlacionan el nivel de emisión con el tamaño de la industria (Tabla 1).

Tabla 1. Emisión de COV acorde al tamaño de empresa

Tipo	Tamaño	Emisión [Kg/Día]	Referencia
Sheet-fed offset	Pequeño	4,7-10	PNEAC, 2004
Sheet/web-fed-offset	Medio	0,4-0,9	PNEAC, 2004
Web/heat-fed-offset	Grande	79-82	PNEAC, 2004
Sheet-fed-offset	Pequeño	1-2 tonelada por año	AIHA, 2004

1.1.2.2. Residuos industriales líquidos

El residuo líquido está formado por aguas generadas en el proceso de impresión mismo, aguas de enjuague, compuestos reveladores y aceites lubricantes. Los posibles RILES se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Posibles RILES (PNPPRC, 2006)

Posible RIL	Tipo de Constituyente
Revelador de película usado	Hidroquinona o 1,4 Dihidroxibenceno
Fijador de película usado	Plata
Agua de enjuague del foto proceso	Plata

1.1.2.3. Residuos Industriales Sólidos

Se puede hacer distinción entre los compuestos potencialmente peligrosos y los que no lo son. Basado en las indicaciones del Borrador de Reglamento de Manejo de RESPEL (MINSAL, 1999) y otras referencias (USEPA, INTEC, 1998), se tienen los posibles residuos sólidos peligrosos (tabla 3)

Tabla 3. Posibles Residuos Sólidos peligrosos

Posible RESPEL	Tipo de constituyente
Latas de aerosol parcialmente llenas	Tolueno, 1,1,1-tricloroetileno
Revelador no usado	Hidroquinona
Solventes de lavado	Xileno, benceno, tolueno
Fijador usado	Plata
Paños	Benceno, Tolueno, TCA,
Solventes no usados	Tolueno, xileno, TCA, TCE
Revelador de placa en base a solvente	Derivados del Benceno
Soluciones reveladoras con Cianuro	Cianuro
Soluciones fuentes	Glicoles
Excesos de tintas	Metales pesados
Lodos de limpieza de tinta	Metales pesados
Residuos de adhesivo	MEK, 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

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 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, 2000).

1.1.3. Olores

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

1.1.4. Ruido

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 a los niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas (75 del Decreto Supremo N° 594, de 2000, del Ministerio de Salud).

1.2. Antecedentes Específicos

1.2.1. Dimensión de la industria gráfica en Chile

En Chile, las empresas dedicadas a la impresión se agrupan en los rubros de imprenta y Encuadernación (CIIU 34201) y Editoriales (CIIU 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 2010, en la Región Metropolitana, había más de 400 empresas inscritas en alguno de estos rubros (INE, 2015). En tanto, la ACHS indica que el número de empresas asociadas a este rubro, a nivel nacional, es de varios miles.

1.2.2. Alternativas de gestión ambiental de la Industria Gráfica chilena

La implementación de la gestión basada en la producción limpia, partió de la necesidad del sector de la industria gráfica en identificar las herramientas y los instrumentos que le permitiesen cumplir los requisitos legales en materia ambiental, además de poder operar al interior de la organización, sin que esto implicara costos muy elevados para la empresa.

No obstante, los modelos de implementación de sistemas de gestión ambiental, suelen estar orientados a las certificaciones ISO 14001, más por las dinámicas que exige el mercado que por las necesidades mismas de las organizaciones en su implementación. Esto dificulta que las pequeñas empresas puedan acceder a estos estándares. Por esto mismo, trabajar con la producción limpia resulta más accesible y menos exigente.

1.2.2.1. Medidas paliativas para emisiones atmosféricas de COV

Existen dos alternativas para el manejo de emisiones atmosféricas.

- Sustitución de las materias primas por compuestos no tóxicos.
- Instalación de equipamiento que capture y controle las emisiones, tales como la oxidación térmica, oxidación catalítica, equipos absorbentes y sistemas adsorbentes.

Tintas. Las tintas vegetales pueden reducir totalmente las emisiones de COV. Se puede mencionar entre otros, las tintas en base a aceite de soya y otras resinas vegetales. Prácticamente todas las tintas vegetales contienen un componente mineral, sin embargo, se cree que dichas tintas tienen un promisorio futuro en el campo de la minimización de residuos, tal como se muestra en la tabla 4:

Tabla 4. Comparación entre los compuestos presentes en las tintas minerales y los presentes en aceites vegetales, acorde a su peligrosidad e inflamabilidad

Tipo de compuesto	Peligrosidad	Inflamabilidad
Metilisobutil cetona	2	3
Metiletil cetona	1	3
Xileno	2	3
Tolueno	2	3
Aceite de Soya	0	1
Aceite de Coco	0	1
Alcohol derivado de grano	0	0

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 COV. 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. También, existe el riesgo de exposición por parte de los operarios, por lo cual es necesario contar con los equipamientos de seguridad apropiados. La comparación entre estas tintas se muestra con detalle en la tabla 5:

Tabla 5. Comparación entre tintas vegetales, a base de agua, UV y EB, según sus beneficios y limitaciones

Alternativas	Desventaja operacional	Limitación
Tinta vegetal	Tiempo de secado mayor	Limitación del reemplazo de aceite mineral, el secador de tinta contribuye a los COV. Residuos de tinta pueden ser aún peligrosos
Tintas para UV		Proteger a los obreros de la irradiación de la luz UV, algunos compuestos tóxicos en las tintas, requiere de ventilación para reducir la acumulación de ozono. Papel difícil de reciclar
Tintas para EB		Los obreros deben ser protegidos de la luz EB, algunos compuestos tóxicos en las tintas, papel difícil de reciclar
Tintas hechas a base de agua	Mayor frecuencia de limpieza del equipo	Puede contener una pequeña cantidad de solvente, los residuos de tinta pueden ser peligrosos aún. Mayor demanda energética

La U.S. E.P.A está trabajando en estándares de permisibilidad de concentración de alcohol isopropílico en la solución fuente (PNEAC, 2004), pues su uso está asociado a problemas de seguridad y de salud. Las principales consideraciones para el reemplazo del alcohol isopropílico y/o la prevención de contaminación generada por las soluciones fuente, son las siguientes (PNEAC, 2004):

- Conocimiento del sistema de humectación: Conocer la química y función de los componentes del sistema.
- La mayoría de las soluciones de humectación tienen un pH en el rango de 4,5 a 5,5.
- 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, 1996). Se recomienda una medición después de cada tiraje y que cuando la variación sobrepasa los $600 \mu\Omega$ se reemplaza la solución.

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.

Técnicas de control de emisiones. La selección del sistema a utilizar depende del tipo y concentración de contaminantes en el flujo emitido. Las unidades preferidas son del tipo regenerativo, esto es, que posibilitan la recuperación de energía. Existen equipos de oxidación térmica regenerativa y de oxidación catalítica regenerativa. El resumen de las técnicas de control de COV disponibles se muestra en la tabla 6:

Tabla 6. Resumen de técnicas de control de COV disponibles (CIESIN, 2001)

Técnica	Eficiencia con emisiones COV bajas	Eficiencia con emisiones COV altas
Oxidación térmica	Alta	Alta
Oxidación catalítica	Alta	Media
Adsorción (filtro de carbón activado)	Alta	Media
Absorción (lavado de residuos gaseosos)	-	Alta
Condensación	-	Media
Biofiltración	Media a alta	Baja

1.2.2.2. Medidas paliativas para efluentes líquidos

Aguas residuales. El vertimiento de aguas residuales del proceso de revelado a sistemas de alcantarillado o cursos de aguas, es dificultado por el pH de las mismas (alcalino), siendo necesaria su neutralización previa descarga.

Plata soluble. 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. Los tratamientos de reemplazo metálico con cartuchos en serie y el sistema de recuperación electrolítica, son las técnicas más comúnmente usadas y recomendadas. Los distintos tipos de tratamiento se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Comparación entre las técnicas de recuperación de plata

Técnica	Ventaja	Desventaja
Reemplazo metálico	Bajos costos operativos,	Alto contenido de Fe en el efluente. Se requiere dos unidades en serie
Electrolítica	Pureza. Alta tasa de recuperación	Potencial formación de sulfuros. Alta concentración de plata en el efluente
Precipitación con sulfuro	0,1 mg Ag+/L. Baja inversión	La solución tratada no puede ser reutilizada. Potencial emisión de ácido sulfhídrico
Intercambio iónico	Conveniente para bajas concentraciones de plata	Sólo para afluentes diluidos. Operación compleja y alta inversión.
Osmosis inversa	Puede recuperar otros compuestos.	Alta inversión y costo operativo.
Evaporación	Conservación de agua. Efluente líquido casi nulo	Alto requerimiento energético. Contaminación orgánica.

1.2.2.3. Disposición final de residuos sólidos

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, se relaciona con el pre tratamiento productor 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

Relleno Sanitario. Es una obra de disposición segura de residuos sólidos. La obra incluye sistemas de control y tratamiento de emisiones en caso de que éstas se produzcan. La obra 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. Para residuos industriales requiere aprobaciones o autorización específica otorgadas por las autoridades de salud regional correspondiente. Por ningún motivo debe recibir residuos peligrosos.

Depósito de Seguridad. La autoridad sanitaria podrá autorizar al almacenamiento prolongado de residuos peligrosos 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 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 los 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 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 de 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.

La tabla 8 resume las opciones más probables de control de la contaminación existente para la industria gráfica. Se menciona sí esta técnica está o no disponible actualmente en Chile. Este último análisis se basa sólo en la capacidad instalada en el país.

Tabla 8. Resumen de métodos de control de contaminación. Tratamiento y disposición

Proceso	Tipo de tratamiento	Disponible
Uso de tinta	Reciclaje o mezcla de tintas.	Sí
	Disponer a sistemas de combustibles alternativos.	Sí
	Trasladar residuos tratados a sitio correspondiente autorizado	Sí
Limpieza de equipos	Reutilizar solventes.	Sí
	Disponer solventes a sistemas de combustible alternativo.	Sí
	Reciclar solventes en empresas autorizadas. Fuera de sitio.	Sí
	Incineración.	No
	Trasladar residuos tratados a sitio correspondiente autorizado.	Sí
Trabajo de imagen	Trasladar residuos tratados a disposición final autorizada	Sí
	Recuperar plata mediante proceso electrolítico y otros.	Sí
	Neutralización	Sí
Procesamiento de placa o plancha	Trasladar residuos tratados a sitio de disposición final autorizado.	Sí
Proceso de impresión	Tratar y trasladar residuos a sitio de disposición final autorizado.	Sí
	Neutralización	Sí
	Reutilizar compuestos químicos en el sitio (como solventes). Enviar solventes a sistemas de combustibles alternativos.	Sí

1.2.3. Salud Ocupacional

Durante 2010, ocurrieron 1.320 accidentes en la industria gráfica, que representaron 18.180 días perdidos (ACHS, 2012). Estas cifras corresponden solamente a las 550 empresas que están afiliadas con ACHS, por lo que el número real de accidentes es mayor. En la tabla 9, se resume las enfermedades y los accidentes típicos, relacionados con las actividades de la industria gráfica.

Tabla 9. Accidentes y Enfermedades recurrentes en la industria gráfica

Accidentes y Enfermedades	Causas
Salud General	Falta de servicios de higiene y aseo personal. Fatiga atribuida a las horas de trabajo excesivos.
Dolores en las manos, muñecas, brazos, cuello, espalda	Problemas ergonómicos. Movimientos recurrentes (repetitivos). Uso excesivo de las extremidades superiores. Mala postura.
Lumbago, dolores musculares, torceduras	Sobre esfuerzo. Levantar objetos pesados. Falta de capacidad física. Mala postura.
Quemaduras	Contacto con sustancias corrosivas. Contacto con equipos, máquinas y materiales calientes. Falta del uso de guantes.
Contacto con objetos cortantes y corto punzantes	Contacto con las máquinas, equipos, instrumentos, herramientas y cortadores industriales. Falta de atención por parte del trabajador. Falta de protectores en las máquinas.
Atoramientos	Atoramiento de manos, pies, ropa y cabello en las máquinas. Falta de capacitación en el uso de los equipos y máquinas. Falta de alarmas y de protectores en las máquinas.
Caidas	Manchas de aceite o agua en el piso. Falta de orden y aseo en las áreas de tránsito. Materiales botados y trabajos en altura sin elementos de protección.
Molestia o dolores en los ojos	Proyección de partículas hacia los ojos. Presencia de vapores orgánicos en el aire. Alumbrado deficiente. Falta de ventilación en el área de trabajo. Falta del uso de protección ocular. Fatiga.
Dolor de cabeza	Exposición a compuestos químicos. Sobre exposición a ruidos. Ventilación deficiente.
Irritación de la piel	Exposición a productos químicos. Falta del uso de guantes. Lavado de manos con solventes.
Intoxicación	Exposición a sustancias químicas. Falta de ventilación en el área de trabajo. Falta del uso de protección respiratoria. Falta de cambio de filtro de la máscara de protección. Absorción de productos químicos por la piel.
Deshidratación, agotamiento por calor	Poca ventilación y control de temperatura en el lugar de trabajo. Falta de protección personal.

1.2.3.1. Principales Factores de Riesgo

Dentro de los factores generales que influyen en los accidentes y enfermedades, fue posible encontrar los siguientes:

- a) **Producción:** Debido a la naturaleza de esta industria, generalmente se trabaja contra el tiempo y bajo mucha presión. En esta situación, aumenta el riesgo de accidentes.
- b) **Actitudes y compromisos de empresa y trabajadores:** Es muy importante que la empresa y sus trabajadores estén comprometidos con la salud y la seguridad ocupacional. Ambos deben aceptar la responsabilidad para la implementación y fiscalización de las instrucciones y reglamentos de la seguridad.

- c) **Diferencias operacionales de los equipos:** Existen diferencias menores, pero importantes, entre los diferentes modelos de equipos utilizados en el rubro.
- d) **Riesgos eléctricos:** Algunos ejemplos de las condiciones inseguras son: uniones defectuosas, equipos en mal estado, falta de conexión a tierra, circuito sobrecargado, enchufes deteriorados, falta de mantenimiento de los equipos eléctricos.

1.2.3.2. Recomendaciones en Seguridad Ocupacional

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 (EPP).

Entre las áreas de capacitación, cabe destacar las siguientes:

- 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
- Planes de inspección de áreas de trabajo

- Riesgos ocupacionales asociados con el trabajo
- Información e investigación de los accidentes
- Toxicología de los productos y materias primas
- Uso de hojas de datos de seguridad
- Comités paritarios de higiene y seguridad
- Primeros auxilios
- Forma de disposición en almacenaje de los productos

1.2.4. Propuesta del Seminario

Las medidas paliativas mostradas en los antecedentes presentados, constituyen ejemplos de control de la contaminación (end-of- pipe). Este seminario de título, sin embargo, se orienta a prevenir la contaminación, mejorar la seguridad ocupacional y optimizar los procesos en la industria gráfica, además de proponer nuevas medidas que nos permitan prescindir de las descritas previamente.

1.3. Objetivo General

Proponer medidas en base a producción limpia, para mejorar la gestión ambiental, en una industria gráfica.

1.4. Objetivos Específicos

- a. Identificar las etapas del proceso donde se generan residuos contaminantes.
- b. Diseñar un Programa con medidas de mejoras, para avanzar en la gestión en base a Producción Limpia.
- c. Implementar las medidas de mejora en los procesos que lo requieran en forma más urgente.

II. METODOLOGÍA

2.1. Diagnóstico ambiental de la Empresa

Se entrevistó al personal, se midió solventes y otros compuestos en el área de trabajo. Además, se estudió y observó cada etapa del proceso, para verificar los residuos asociados a éstas etapas, y determinar el impacto que tienen a nivel del trabajador o si es a una escala mayor.

2.2. Medición de COV

Para la medición de COV en el área de serigrafía, se empleó: Bomba de muestreo Gilian, modelo LFS, una manguera de conexión de Tygon con pinza de sujeción y un sistema colector, compuesto por un tubo de vidrio, que contiene dos fracciones de carbón activado.

Las bombas utilizadas fueron calibradas, antes y después del muestreo, de acuerdo al instructivo de calibración y mantención de bombas, LHI-1121.ET, perteneciente al Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio. Para calibrar, se utilizó un calibrador digital (Bios, modelo Defender 520-M), certificado por Bios International Corporation (Laboratorio de Meteorología, acreditado ISO 17025).

2.2.1. Medición de Ozono

La empresa elabora tarjetas de PVC, para la cual se efectúa la impresión de láminas o pliegos (en el cual van varias unidades). Luego de esta etapa, se juntan o funden 2 láminas y éstas van al área de corte. Finalmente la tarjeta, en otra área de trabajo, es personalizada.

Para la medición de Ozono se utilizó una bomba con flujo de L/min, un filtro de polietrafluoretano y un Impinger con una solución alcalina de KI, a la cual, posteriormente, mediante espectrofotometría U.V. Visible, se le determina la concentración de Ozono.

Las bombas utilizadas (LHI-1121. ET) fueron calibradas, antes y después del muestreo.

2.2.2. Evaluación de solventes presentes en solución de limpieza

La Cleaning Solution 16-3400, que se utiliza para limpieza, contiene 2-butanona (35-50%), metanol (50-65%) y 1 metoxi-2 propanol (1%-3%). El muestreo se efectuó utilizando bombas Gilian y empleándose filtros de carbón activado como elemento de retención. La evaluación se realizó a nivel de zona respiratoria de cada trabajador y ambiental.

2.2.3. Evaluación de exposición a ruido.

Se efectuaron 3 muestreos en el área de impresión de tarjetas de PVC, que tiene un área de trabajo de 70 m². Para las mediciones se utilizó cuatro dosímetros (Quest 400) y un sonómetro (Quest Sound Pro) que fueron calibrados previamente (Calibrador Quest QC-10) y luego se midió el sonido durante 2 horas en los puestos de trabajo, cubriendo las labores cotidianas.

Esta actividad tuvo por objetivo evaluar la exposición ocupacional a ruido que presenta la Planta Productiva de la empresa, en relación al DS N 594/1999

2.3. Desarrollo de plan de acción para Producción limpia

A partir de los resultados recopilados en la actividad anterior, se desarrolló una pauta de acción orientada a la producción limpia. En general se evaluó aspectos que permitan aumentar la eficiencia global del proceso, previniendo la pérdida de materiales, cambiando los insumos y reutilizando/reciclando (lo cual es el principio básico de la Producción Limpia).

2.3.1. Implementación de medidas de mejora.

Se implementarán las medidas de mejora en los procesos que más urgentemente lo requieran, como por ejemplo, si hay descargas de RILES al alcantarillado, si los residuos peligrosos se tratan como residuos domiciliarios, o si los trabajadores no cuentan con equipos de protección personal (EPP). Estas medidas considerarán reuniones con la gerencia, para determinar si su implementación inmediata está dentro de las posibilidades de la empresa.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico inicial de la empresa

3.1.1. Residuos y Gestión

3.1.1.1. Características de los residuos generados en los procesos

En la tabla 11 se resume los resultados de la inspección de la planta y las características de los residuos generados en cada etapa productiva.

Tabla 11. Residuos, aguas residuales y emisiones asociados a los procesos de la industria gráfica

Etapa	Residuos sólidos	Residuos líquidos
Procesamiento de imagen	Películas, marcos o mallas agotados. Trapos con disolventes. Envases metálicos con restos de productos químicos. Plata de las películas recuperada por electrólisis.	Aguas de lavado de la película. Disolventes de limpieza agotados. Emulsiones y soluciones residuales. Fijador y revelador agotado.
Procesamiento de planchas	Residuos de la plancha	Agua del lavado de plancha. Revelador y soluciones agotadas. Líquidos agotados y solución ácida de grabado.
Impresión	Restos de papel y plástico de pruebas e impresiones. Trapos que contienen tintas y disolventes. Envases metálicos y plásticos con restos de productos químicos.	Solución agotada. Tinta residual. Restos de disolventes.
Acabado	Residuos de colas. Restos de papel, cartón, plástico, madera, film de plastificar.	

3.1.1.2. Materias primas que se utilizan en el proceso y los efectos en la salud.

Se revisó los insumos (Tabla 12) que se ocupan en las distintas unidades y el riesgo que representan para la salud por la inhalación de COV.

Tabla 12. Materias primas empleadas en la empresa por los trabajadores.

Nombre Insumo	Compuesto Químico Peligroso	Propiedad del compuesto químico que podría hacerlo peligroso
Alcohol Isopropílico	Alcohol Isopropílico o 2-propanol	Inflamabilidad, alta presión de vapor (COV). Irritante a la piel y sistema respiratorio. La inhalación puede producir náuseas, vómitos, mareos y fatiga
Ciclohexanona	Ciclohexanona	Inflamabilidad, alta presión de vapor (COV), puede absorberse por la piel
Diluyente 2525	Propilenglicol (80%)	Inflamabilidad, contiene COV
Diluyente 2526	Naftaleno (9,9%), Hidrocarburos de petróleo (88,4%), Trimetilbenceno (1,7%)	Inflamabilidad. Contiene COV. Efectos narcóticos. El Naftaleno indica evidencia carcinogénica en animales de laboratorio, pero insuficiente en humanos
Solución de limpieza B-MaticWash AIII	Nafta (90%)	La exposición prolongada forma grietas en la piel. Irritante a piel y ojos
Aditivo de mojado Combifix-XL	Bronopol. Contenido de COV: 0%	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel
Pasta Rollo Vital	No hay componentes peligrosos. Mezcla de aceites vegetales y jabones	No se considera un insumo peligroso
Diluyente Gráfico EX	Xilol (50%), Etanol (30%)	Inflamabilidad. Contiene COV. Irritante a la piel y sistema respiratorio. Una sobre exposición a vapores del producto tiene efectos tóxicos sobre el Sistema Nervioso Central.
VOC-Free Pressroom Cleaner Concentrate 220 400	No contiene COV	No es una preparación peligrosa
Pasta de limpieza Pur-O-Past 2006	No contiene COV	No es una preparación peligrosa
Tinta UV Concentrated Black	Sin componentes peligrosos	La tinta negra tiene Carbono negro, el cual se encuentra en el grupo A2 (posible cancerígeno para humanos)
Tinta Pantone	1,4 dihidroxibenceno o Hidroquinona	Irritante severo. Puede producir muerte de inhalación. Posible cancerígeno
UV Wash DB-15	2-Butoxi-etanol (70%) y Alcohol de diacetona (30%) (ambos COV)	Nocivo por inhalación, ingestión y por contacto por piel. Irrita ojos y piel.

3.1.1.3. Residuos Peligrosos

En la tabla 13 se presenta la situación de residuos peligrosos en la empresa y su clasificación acorde a la normativa Chilena.

Tabla 13. Clasificación de los RESPEL generados en la empresa

N Ch 2120/4 Of 89 Sustancias Peligrosas. Sólidos inflamables	Paños contaminados con solventes orgánicos. Envases con residuos de solventes orgánicos y tintas
N Ch 2120/8 Of 89. Sustancias Peligrosas. Sustancias Corrosivas	Insumos corrosivos (con pH alcalino, cercano a 12) para labores de limpieza
N Ch 2120/9 Of 89 Sustancias peligrosas varias	Residuos de tóner
N Ch 2120/3 Of 89 Sustancias Peligrosas. Líquidos inflamables	Uso de insumos líquidos inflamables como el 2-propanol

3.1.1.4. Gestión de residuos

Estos residuos se estaban tratando como residuos domiciliarios y no acorde a lo que exige la normativa Chilena (Norma DS 148/03 MINSAL).

Normativa asociada	Situación en la empresa
DS 609/98 MOP Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de RILES a los alcantarillados	Vertimientos líquidos producto de la actividad de las áreas de Serigrafía, servicio técnico y tarjetas
DS 78 Reglamento almacenamiento de sustancias peligrosas	No hay un espacio para el almacenamiento de sustancias y/o residuos peligrosos

En términos de gestión de residuos se observó que:

- Los desechos del revelado de películas y tintas no se consideran como un RIL contaminante y son vertidos al alcantarillado.
- No hay separación de residuos de papel y cartón para su reciclaje.
- No se guardan restos de tintas para su reutilización.
- No se hace implementaciones para minimizar las dosificaciones de alcohol isopropílico, solventes volátiles, o su reemplazo por sustitutos.
- No existe información sobre los solventes de limpieza y los riesgos de su uso, tanto para la salud, como para el medio ambiente y maquinaria.

- Hay poca información sobre el servicio de reciclaje mediante lavado de paños de limpieza.
- No hay manejo y almacenamiento adecuado de residuos peligrosos.
- No hay registro sobre el consumo de insumos y tampoco de generación de los residuos.

3.2. Mediciones de COV

Los límites permisibles definidos en el DS N° 594 de 1999 del MINSAL corresponden a LPP que es el valor máximo para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales, de contaminantes químicos existentes, en los lugares de trabajo durante la jornada normal de 8 horas diarias, con un total de 48 horas semanales.

LPT es el valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos, en los lugares de trabajo medidas en un período de 15 minutos continuos, dentro de la jornada del trabajo. Este límite no podrá ser excedido en ningún momento de la jornada.

Para APGME (Acetato Propilenglicol metil éter) no existe límite permisible en nuestra legislación, ni en la ACGIH. Se utilizan los Límites de Exposición profesional para agentes químicos en España (INSHT, 2013), valor límite ambiental-exposición diaria (VLA-ED): 275 mg/m^3 y valor límite ambiental-exposición de corta duración (VLA-EC): 550 mg/m^3 . La ciclohexanona no posee LPT. Se podrá exceder momentáneamente el LPP, pero en ningún caso superar cinco veces su valor. Se compara con Límites de exposición Profesional para agentes químicos en España (INSHT, 2013), valor límite ambiental-exposición de corta duración (VLA-EC): 550 mg/m^3 .

En las tablas 14 y 15 se muestra los resultados de la medición de vapores derivados de solventes orgánicos utilizados en serigrafía y servicio técnico.

3.2.1. Área de serigrafía

El puesto de operador de prensa presentó un nivel de riesgo “Importante” para ciclohexanona, ya que la concentración media de la jornada resultó mayor al 50%, pero menor o igual al LPP. Para Etilbenceno y Xileno, el nivel de riesgo calificó “Bajo”, ya que la concentración media de la jornada resultó menor o igual al 50% del LPP. Respecto al APMGME se observa que no supera el valor límite ambiental-exposición diaria para agentes químicos en España (INSHT, 2013). Se evalúa la exposición temporal del trabajador durante 15 minutos, acorde a la definición del límite permisible temporal.

Tabla 14. Emisiones de COV en serigrafía y máximos permitidos ^{a,b}

Puesto de trabajo	Tiempo en minutos	Agente	Resultado (mg/m ³)	LPP (mg/m ³)	LPT (mg/m ³)	Nivel de Riesgo
Operador Prensa serigráfica (45 h semanales)	64	EtilBenceno	25	348	543	Bajo
		Xileno	109	347	651	Bajo
		Ciclohexanona	78	80	---	Importante
		APMGME	73			No aplica
Operador	15	EtilBenceno	34			Bajo
		Xileno	121			Bajo
		Ciclohexanona	88			No aplica
		APMGME	85			No aplica
Frente a la prensa	66	EtilBenceno	7			
		Xileno	32			
		Ciclohexanona	23			
		APMGME	24			
Sector secado	30	Ciclohexanona	61			
		APMGME	41			

a. Las evaluaciones se realizaron a nivel de la zona respiratoria de los trabajadores.

b. Las operaciones muestreadas corresponden a condiciones de producción normales. Las muestras personales cubrieron la totalidad de las operaciones realizadas.

3.2.2. COV medidos en área de servicio técnico

En esta área las sustancias utilizadas son metil etil cetona (MEK o 2-Butanona) y metanol. La tabla 13 muestra los resultados de mediciones efectuadas en dos tiempos diferentes (M1 = 35 minutos y M2 = 15 minutos de evaluación).

Los resultados indican que no existiría riesgo en las condiciones de operación existentes en el muestreo, ya que las concentraciones son inferiores a los límites establecidos en la norma Chilena (DS N° 594 de 1999 del MINSAL).

Tabla 15. Resultados de emisión de COV en área Servicio Técnico

Componente	LPP (mg/m ³)	LPT (mg/m ³)	M1 (mg/m ³) 35 min	M2 (mg/mg ³) 15 min
Metiletil cetona	472	885	399	122
Metanol	210	328	123	77

3.3. Medición de ozono

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación, todas las muestras tomadas presentan una concentración inferior al 50% del límite permisible ponderado (LPP, D.S. N°594) (Tabla 16)

Tabla 16. Resultados de la evaluación (70 min) ambiental a exposición a Ozono ^a

Área de Trabajo	Cargo	Resultado (mg/m ³)	Nivel de Riesgo
Área de impresión de tarjetas de PVC	Ayudante de Maestro	<0,01	Aceptable
Área de impresión de tarjetas de PVC	Maestro Prensista Offset	<0,01	Aceptable
Pasillo	Pasillo externo	<0,01	Aceptable

a. LPP = 0,16 mg ozono /m³

En la tabla 17, se muestra con más detalle las características de las áreas de trabajo, con información relevante, tal como la exposición semanal al solvente evaluado y las tareas del puesto de trabajo.

Tabla 17. Personal potencialmente expuesto a Ozono ambiental.

Cargo	Exposición semanal (horas)	Tareas desarrolladas
Prensistas Offset (2)	45	Revisar la calidad de placas de impresión. Poner placas en cilindros porta planchas. Calzar impresión. Arreglar formato de colores. Lavar rodillos con la máquina.
Ayudantes (2)	45	Cargar lámina, pliego de PVC. Ingresar el pliego a la máquina. Ajustar el pliego de entrada a la máquina. Ajustar los polines. Lavado de rodillos de la máquina.

3.4. Exposición al ruido

3.4.1. Área confección de sobres

El área de confección de sobres, que incluye también sacos, comprende su diseño, fabricación, impresión y armado, con o sin ventana. El área confección de tarjetas incluye su diseño, fabricación e impresión de tarjetas de PVC. La tabla 18 muestra las áreas, puestos de trabajo y los tiempos de exposición al ruido, además del número de trabajadores que hay por turno.

Tabla 18. Puestos de trabajo y tiempos de exposición al ruido de trabajadores en área confección de sobres

Puesto de trabajo	N° T x P	Te (Horas)
Operador máquina 226, 527, 26 G	7	7,42
Operador máquina, MO1, MO2	2	7,42
Operador impresora SOR-SZ, Superjet, OH.	9	7,42
Operador ventanillera	2	7,42

TxP: Número total de trabajadores por puesto de trabajo.

Te: Tiempo efectivo de exposición al ruido.

Los trabajadores del área confección de sobres, utilizan tapón desechable (3M, modelo 1100) como elemento de protección auditiva. En el área confección de tarjetas, los trabajadores en general no utilizan elementos de protección auditiva.

Respecto de las máquinas confeccionadoras de sacos, al momento de las mediciones sólo se encontraba en funcionamiento la máquina MO1, no obstante, el operador de la máquina MO2, presentaba una exposición similar, razón por la cual los resultados obtenidos en las mediciones son extrapolables, medición simultánea del nivel de presión sonora continuo equivalente global, con ponderación A y C, en el entorno inmediato de las fuentes. Al momento de efectuar la evaluación de ruido, las áreas en evaluación presentaron actividades normales. En la tabla 19, se muestran los resultados de la evaluación de nivel acústico y riesgo, para los operadores en el área de confección de sobres y tarjetas.

Tabla 19. Evaluación de nivel acústico y riesgo en operadores de áreas de confección de sobres y tarjetas

Puesto de trabajo	NPSeq dB (A)	Dosis	Evaluación exposición	Nivel de riesgo
Operador máquina 226	87.9	1,81	Sobre DMP	2
Operador máquina 527	87.9	1,81	Sobre DMP	2
Operador máquina 26G	84.6	0,85	Sobre DA, bajo DMP	2
Operador máquina MO-1	83.2	0,61	Sobre DA, bajo DMP	2
Operador máquina SOR-SZ	85	0,93	Sobre DA, bajo DMP	2
Operador Impresora Superjet	88.3	1,99	Sobre DMP	2
Operador Impresora OH	83.9	0,72	Sobre DA, bajo DMP	2
Operador ventanillera	83.2	0,61	Sobre DA, bajo DMP	2
Operadora terminación	81.9	0,54	Sobre DA, bajo DMP	2
Operador soldadora	83.2	0,41	Bajo DA	1

En la tabla 20 se presentan los NPSeq global, medidos simultáneamente con ponderación A y C, en el entorno inmediato de las fuentes calificadas como críticas y que intervienen en la exposición a ruido en los puestos de trabajo en evaluación.

Tabla 20. NPSeq global medidos simultáneamente en las áreas de confección de sobres y tarjetas

Fuente de ruido	NPSeq dB (A)	NPSeq dB (C)
Confeccionadora de sobres 226. Torre de alimentación	88,4	88,7
Confeccionadora de sobres 226. Armado de ventana	87	87,6
Confeccionadora de sobres 527. Armado de ventana.	88,4	89,9
Confeccionadora de sobres 527- Torre de alimentación	89,9	89,6
Confeccionadora de sobres 26G	86,1	86,7
Impresora SOR-SZ	85	88
Impresora Superjet	92	91,8
Impresora OH	86,2	93,6
Ventanillera	87,6	88,8
Soldadora	83,3	82,1

En la tabla 21 se presentan los resultados obtenidos para el nivel de presión sonora efectivo ponderado “A” (NPS'A) que se logra con el uso permanente y correcto de la protección auditiva, en relación a las fuentes de ruido críticas identificadas.

Tabla 21. Resultados obtenidos para el nivel de presión sonora efectivo ponderado (A) en el área confección de sobres

Fuente de ruido	Protector auditivo (3M, 1100). NPS'A dB (A)
Confeccionadora de sobres 226. Torre de alimentación	56,6
Confeccionadora de sobres 226. Armado de ventana	55,5
Confeccionadora de sobres 527. Armado de ventana	57,8
Confeccionadora de sobres 527. Torre de alimentación	57,5
Confeccionadora de sobres 26G	54,6
Impresora SOR-SZ	55,2
Impresora Superjet	59,7
Impresora OH	57,8
Ventanillera	56,7

3.5. Observaciones de Seguridad Laboral

3.5.1. Área de serigrafía

- El operador realizaba pliegos de láminas PVC color plata.
- Las cortinas de acceso (laminas) se mantienen cerradas, para no contaminar pasillos u otras áreas de la empresa.
- Se observa recipientes destapados que contienen solventes
- El operador utiliza mientras se realizan impresiones, respirador de medio rostro de doble vía, con filtros 6003, para vapores orgánicos y gases ácidos.
- Existe una campana de extracción sobre la prensa serigráfica. En sector secado hay dos ventiladores ubicados en muro oriente. Existe ventilación natural a través de pequeñas aberturas de rejilla, que se encuentran a los costados del ventilador.

3.5.2. Exposición al ruido

- El puesto de trabajo de operador de soldadora del área de confección de tarjetas, presenta dosis de ruido que no supera la dosis de acción establecida por el PLEXOR y por consiguiente, la DMP = 1 establecida por el DS. 594.
- Los puestos de trabajo: Operadores de máquinas 26G, MO1, MO2, Impresora SOR-SZ, OH y Operadora de terminación, presentan dosis de ruido que no superan la DMP = 1, no obstante, superan la Dosis de Acción (DA = 0,5).
- Los puestos de trabajo: Operadores de máquinas 226, 527, e Impresora Superjet, presentan exposición a ruido que superan la DMP = 1.
- Del nivel de riesgo, se concluye que sólo el puesto de trabajo de soldador del área confección de tarjetas, presenta nivel de riesgo 1, calificado como aceptable.
- Todos los puestos de trabajo, evaluados en el área de confección de sobres, presentan nivel de riesgo 2, calificado como importante.

- La protección auditiva actualmente utilizada en los puestos de trabajo evaluados del área Confección de sobres, es excesiva para proteger la audición de los trabajadores, dado que con su uso se logran niveles de presión sonora efectivos ponderados “A”, NPS'A inferiores a 60 y 80 dB (A).

3.6. Recomendaciones de Seguridad Laboral

De acuerdo a los resultados obtenidos y sobre la base de las normativas correspondientes, se elaboraron las siguientes recomendaciones:

3.6.1. Exposición a COV y Ozono

Las recomendaciones normativas para exposición a COV se resumen en Tabla 22, de acuerdo al nivel de riesgo.

Tabla 22. Niveles de riesgo y recomendaciones normativas según la concentración del agente evaluado

Nivel de Riesgo	concentración respecto del LP	Acciones
Bajo	Menor o igual al 50% del LP	Se realiza una nueva evaluación en un plazo máximo de 3 años, o cuando hayan cambios en el puesto de trabajo.
Importante	Mayor al 50%, pero menor o igual al LP	La empresa deberá implementar las medidas de control recomendadas, u otras que la empresa considere, para llevar la condición de riesgo a bajo. Se ingresa a los trabajadores al PROVIMEP.
Crítico	Mayor al LP	La empresa deberá implementar a la brevedad, medidas de exposición tendientes a disminuir la sobre exposición de los trabajadores al agente estudiado. Se recomienda el uso inmediato de protección respiratoria y otros elementos de protección personal que correspondan. Se ingresa a los trabajadores al PROVIMEP.

3.6.1.1. Recomendaciones para el área de serigrafía

- a) Aumentar la velocidad de control de la campana de extracción, para asegurar que las emisiones generadas no salgan hacia la posición del trabajador.
- b) Programar mantención a todos los sistemas de extracción para asegurar que su funcionamiento corresponde al de diseño.
- c) Efectuar siempre las actividades con la campana de extracción funcionando.

- d) Mantener las cortinas de acceso al área cerradas, para evitar contaminar otras áreas de la empresa.
- e) Capacitar al personal, respecto a la exposición a solventes, y el uso de la protección respiratoria, señalando los cuidados y mantención que se deben realizar, para evitar un desgaste innecesario o mal uso de este. Cuando la protección respiratoria no se utilice, se deberá guardar en su bolsa de origen.
- f) Comunicar al personal los resultados del presente informe, de manera de cumplir con la obligación de informar a los trabajadores de los riesgos a los cuales están expuestos.
- g) Mientras se implementan las medidas de control necesarias, se recomienda mantener el uso de protección respiratoria, provista de filtros de alta eficiencia para vapores orgánicos.
- h) El trabajador del área serigrafía, será incorporado al programa de vigilancia médica de enfermedades profesionales, debido a concentración de solventes superiores al 50% del LPP.

3.6.1.2. Recomendaciones generales de seguridad para el área servicio técnico

- a) Usar gafas protectoras y guantes de goma adecuados al manejo de solventes, ventilación apropiada, respirador de medio rostro con filtro para solventes, cada vez que los utilicen.
- b) Mantener sellados los recipientes de solventes, cuando no se estén utilizando. Los envases vacíos se deberán desechar debidamente cerrados y rotulados, de acuerdo a la disposición final que establezca el SESMA.
- c) Los materiales de desecho impregnados con solventes, se deben depositar en recipientes herméticos.

3.6.1.3. Recomendaciones respecto a la exposición a Ozono

De acuerdo al nivel de riesgos, las acciones a seguir son efectuar un nuevo muestreo, en un lapso de tiempo, no superior a los 3 años, o realizar un nuevo muestreo en el evento que se produzcan cambios en los puestos de trabajo.

3.6.2. Exposición acústica

De acuerdo a lo señalado en el instructivo de ruido para la aplicación del D.S. N°594, sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, las acciones de seguridad se resumen en la Tabla 23, de acuerdo al nivel de riesgo que representen.

Tabla 23. Niveles de riesgo, asociados al ruido

Condición	Nivel	Calificación	Acciones
Dosis < 0.5 (DA)	1	Aceptable	Mantener, mejorar condiciones de trabajo
0.5 < Dosis < 10 DMP	2	Importante	Implementar medidas de control en el mediano plazo. A partir de este nivel, los trabajadores son ingresados al PROVIMEP de la ACHS.
Dosis > 10	3	Crítico	Implementación de medidas de control en el corto plazo. Ingresar al PROVIMEP de la ACHS.

3.6.2.1. Recomendaciones para control de ruido

- a) **Medidas de carácter técnico:** Reordenar y redistribuir las fuentes generadoras de ruido al interior del área Confección de sobres, permitiendo de esa forma separar aquellos puestos de trabajo que no poseen fuentes de ruido, de los que si las presentan, con la intención de disminuir el número de personas expuestas ocupacionalmente al ruido. Actualmente, las operadoras de terminación no poseen fuentes de ruido propias, no obstante, su cercanía a máquinas impresoras hacen que la exposición de éste puesto de trabajo se encuentre en una condición sobre la DA y presente un nivel de riesgo calificado como importante.
- b) **Medidas de carácter administrativo:** Realizar audiometrías de ingreso al personal nuevo que se contrate, para detectar anomalías o susceptibilidades que puedan presentar estos trabajadores a la exposición a ruido.

- c) **Cambiar la protección auditiva** actualmente utilizada por los trabajadores evaluados, por tapones de tipo reutilizables u orejeras adecuadas al nivel de ruido.

Para controlar de manera eficaz el riesgo de sordera profesional mediante protección auditiva, es necesario que su asignación y uso se encuentren enmarcados dentro de un programa de gestión integrado, que cumpla con las siguientes recomendaciones:

- Entrenamiento dirigido hacia el riesgo
- Supervisar regularmente el uso correcto del protector auditivo por parte del trabajador, así como también su reemplazo oportuno o su mantenimiento, ante deterioros por causas mecánicas, envejecimiento natural, mala utilización, etc., Es importante que el supervisor y trabajador reconozcan de manera oportuna el deterioro de su protección auditiva.
- El supervisor o jefe, debe ser la persona responsable del control del uso correcto del protector auditivo por parte del trabajador.
- Programa de control audiométrico de todas las personas cuyas exposiciones a ruido se consideran “sobre el límite máximo permisible”, para asegurar la efectividad y buen uso de la protección auditiva que utilizan.
- Reforzar periódicamente la capacitación y entrenamiento al trabajador sobre el correcto uso de la protección auditiva.

3.6.3. Elementos básicos de Seguridad

Finalmente, los elementos básicos de salud y seguridad ocupacional con los que se debe contar en la industria gráfica, serían los siguientes:

- Botiquín
- Manual y programa de seguridad
- Formularios para la identificación de accidentes
- Hojas de seguridad
- Pósters de información de emergencia
- Traje, uniforme y zapatos de seguridad, casco

- Protección ocular
- Faja de protección de espalda
- Guantes de cuero/algodón y guantes resistentes a solventes (nitrilo)
- Herramientas de uso común, de preferencia anti-chispas
- Envases dispensadores de solventes
- Lockers etiquetados para guardar ropa y elementos de seguridad
- Contenedores etiquetados para la disposición de la basura
- Contenedores etiquetados para la disposición y almacenaje de trapos sucios, solventes y aceites usados
- Extintores
- Máscara para protección respiratoria, con filtro para vapores orgánicos
- Programa de control de inventario de equipos y materiales de seguridad
- Programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y materiales
- Etiquetas, señales, barrera de seguridad

3.7. Programa en base a producción limpia.

Se consideró relevante avanzar en la gestión, en base a una producción limpia, porque de esta manera, mejorarán las condiciones productivas y ambientales, en lo que se refiere a términos de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica, reducción de las emisiones, valorización de los residuos, buenas prácticas, fomento productivo y otras temáticas que aborda dicha gestión, con el objetivo de generar sinergias y economías de escala, así como el cumplimiento de las normas ambientales que propenden al aumento de la productividad y la competitividad de las empresas.

Las medidas de mejora propuestas para el avance en lo que respecta a la producción limpia, se describen a continuación.

3.7.1. Procesamiento de imagen

- a) Proteger las soluciones reveladoras, ya que la exposición al aire puede provocar la evaporación y oxidación de la solución reveladora, lo que puede inducir un resultado defectuoso en la película.

- b) El baño de lavado con agua caliente, alrededor de 27 a 32°C, 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 altas temperaturas pueden provocar el incremento de la actividad microbiana.
- c) Los impresores que procesen sus películas con base a haluro de plata y descarguen su fijador sin ningún tipo de 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 está incluida en el listado de sustancias a ser analizadas por el test de peligrosidad por toxicidad, por lo que su eliminación puede, eventualmente, ser abordada desde esa perspectiva).

3.7.2. Uso de tintas.

Algunas recomendaciones básicas para reducir el consumo de tinta y/o minimizar la generación de los residuos incluyen:

- a) Estimar en la forma más exacta, la cantidad de tinta necesitada para cada trabajo.
- b) Mantener los envases de tinta cerrados.
- c) Sacar el máximo de tinta de los envases vacíos, antes de la disposición.
- d) Uso de sistemas automatizados de dosificación.
- e) Cambiar materias primas, estudiar la factibilidad técnica, económica y ambiental del uso de tintas a base vegetal, o de procesos de secado diferentes, como las UV y EB.

3.7.3. 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 de 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 los COV. Algunas posibles medidas para disminuir el uso de este alcohol serían:

- Buscar limpiadores que sean efectivos tanto para tintas como para soluciones fuente (analizar su biodegradabilidad).
- 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 temperatura, y para evitar pérdidas de alcohol por evaporación, se recomienda la refrigeración de la solución fuente. Una refrigeración adecuada disminuye la emisión de los 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%. Los sistemas de refrigeración necesitan mantenimiento permanente.
- Según referencias norteamericanas, algunos sustitutos del alcohol isopropílico pueden contener compuestos químicos reportados como contaminantes atmosféricos peligrosos. Algunos de estos compuestos son el butilcarbitol y el etilen glicol.
- Los filtros pueden extender la vida útil de una 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.

- La impresión sin consumo de agua, 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 diferencias en el costo de las materias primas, esto puede ser considerado una desventaja.

Los beneficios de estas técnicas son: Eliminación de la solución humectante, reducción de emisiones de COV en un 50% o más, mejor calidad de la impresión y mayor consistencia de los colores.

3.7.4. Uso de solventes.

- Los operadores deben ser entrenados sobre la cantidad de solvente a ser usado. Se debe tratar de utilizar sistemas de dosificación que permitan el control de esto.
- Trabajar con solventes de presión de vapor menor a 10 mm de Hg (a 20°C). Esto garantiza que la mayor parte quede retenido en los paños de limpieza, y por ende no se emitan concentraciones importantes de COV.
- Los solventes pueden ser removidos desde el paño tanto manualmente o con equipo de estrujamiento. Antes de decidir hacer esto, es necesario asegurarse de que las características del solvente empleado, permitan este tipo de manipulación.

- **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.
- **Mantener los contenedores cerrados:** Evita la evaporación innecesaria.
- **Limpieza automática:** Se utilizan generalmente en sistemas offset, web-offset y sheet-fed. Usualmente son unidades mayores, del orden de 32 pulgadas. Existen 3 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) y paño (un paño empapado en solvente entra en contacto con la mantilla de impresión).
- **Uso de paño:** Considerando lo expuesto en el punto anterior, es claro que el huaípe o paño, cualquiera sea usado, retiene solvente. Sin embargo, el huaípe no puede ser reutilizado (ya que se desilacha) y es considerado un residuo. Por otro lado, el paño puede ser lavado y reutilizado. Existen técnicas para lavar el paño, separando y recuperando el solvente, con lo cual se reducen el volumen efectivo de residuo y se posibilita el reciclaje de dos productos.

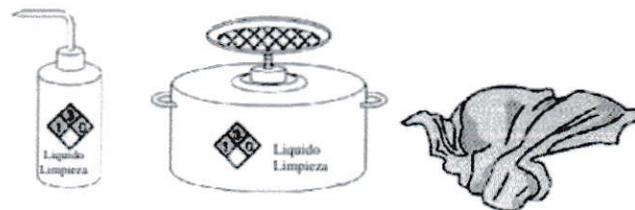


Figura 1. Equipo básico de dosificador y limpieza

- **Recuperación de solventes:** Los productos que son reciclados para ser usados como solventes, son refinados en columnas de destilación. 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.

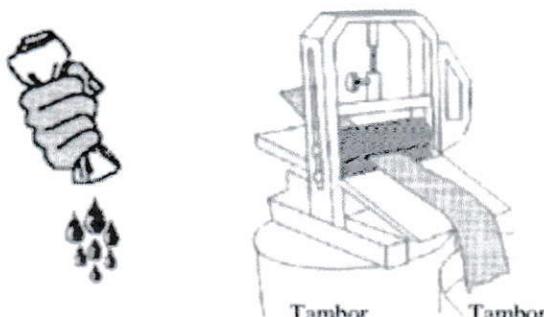


Figura 2. Sistema de recuperación de solventes

- **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.

3.7.5. Uso de sustrato/papel

Se indican a continuación (tabla 24), 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 24. Medidas propuestas para reducción y reciclaje de papel

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 stock innecesario
	Tinta	Preferir tinta vegetal
	Color	Elegir colores de tintas con pigmentos menos tóxicos
Reciclaje	Usar papel adecuado	Papel blanco es más fácil de reciclar Evitar uso de papel fluorescente y dorado Evitar cubiertas plásticas Usar papel reciclado

3.7.6. Relación con el proveedor

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

- a) Ver si el proveedor ofrece la posibilidad de cambio de reveladores en base agua a cambio de los de base solvente.
- b) Ver si es posible ordenar el material a granel.
- c) Ver si es posible llegar a un acuerdo para realizar la recuperación de contenedores por parte del proveedor.
- d) Ver si es posible que el proveedor recolecte y recupere los residuos tales como planchas usadas, tintas o las películas.
- e) Ver si el proveedor se mantiene al tanto de la aparición de nuevos productos.
- f) Ver si el proveedor se encuentra analizando mejoras en el aspecto ambiental de sus productos y equipos.

3.7.7. Recomendaciones generales para producción limpia

En la tabla 25 se muestra un resumen de las recomendaciones para cada proceso de la industria gráfica, en lo que respecta a prevención y minimización de los contaminantes, mejor uso de los insumos y materias primas, entre otros aspectos.

Tabla 25. Recomendaciones y consideraciones para cada etapa de la Industria Gráfica

Etapa	Aspecto Ambiental	Consideraciones
Gestión	Programas de prevención de la contaminación	Implementar programas y política de control de contaminación al interior de la compañía. Utilizar técnicas de motivación a los empleados: bono, cuadro de honor, etc. Capacitación de empleados. Seguimiento de costos y residuos. Consultar las oportunidades de gestión, incluyendo reciclaje, reutilización y bolsas de residuos. Consultar con proveedores y clientes. Revisar bibliografía e internet. Presentarse ante la comunidad como una empresa preocupada del M.A.
Diseño	Producto Final	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 los materiales que se utilizarán como materia prima? ¿Es posible utilizar materias primas provenientes del proceso de reciclaje? ¿Es posible utilizar materias primas, provenientes de recursos renovables, en vez de no renovables?
Procesamiento de Imagen	Producción de Placas	Si es factible, tanto técnica como económicamente, utilizar procesos digitales y químicos en base agua.
Impresión	Sustrato/ Papel	Comprar papel a empresas que tengan compromiso de manejo ambiental apropiado. Si es factible, tanto técnica como económicamente, utilizar papel reciclado. 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 producción.
Impresión	Composición de tintas	Consultar con el proveedor qué porcentaje de COV es emitido cuando las tintas se secan, y cómo se comparan con otras tintas. Es claro que el nivel de COV emitido depende 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	Adhesivos	Es posible utilizar para la mayoría de los trabajos de impresión, adhesivos con bajos niveles de COV asociados. El usar adhesivo con bajo contenido de solventes, facilita la posibilidad de reciclaje del producto final usado.

Tabla 25. Recomendaciones y consideraciones para cada etapa de la Industria Gráfica

Etapa	Aspecto Ambiental	Consideraciones
Acabado	Troquelado	Tratar de tener menor volumen de pérdidas al realizar los cortes para presentación final
Acabado	Tamaño Edición	Tratar de realizar sólo el número exacto de trabajos
Acabado	Recubrimiento	Recubrimiento acuoso. Papel con recubrimiento en base agua (laca) puede ser reciclado y re pulpado. Recubrimiento 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.

- Al comprar papel con un contenido de elementos reciclados, se disminuye la demanda de los rellenos sanitarios y se utilizan menos recursos forestales.
- 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 el proceso de re pulpado.
- Existen tres aspectos relacionados con la composición de tinta y su impacto ambiental: la composición de COV, recursos no renovables y metales pesados.

3.7.8. Propuesta de Medidas de mejora en los procesos

En la tabla 26, se especifica el problema a solucionar en la empresa y la medida tomada (o propuesta).

Tabla 26. Planes de prevención y minimización para los problemas de la industria gráfica

Problema	Solución
No hay información sobre las materias primas y su relación con la generación de RESPEL	Registrar las materias primas usadas y caracterizarlas acorde a su peligrosidad
No hay registro de los tipos de RESPEL ni de la cantidad generada por las actividades	Llevar a cabo un registro de la cantidad de RESPEL generada e identificar los tipos de RESPEL
No hay seguimiento de los registros de materias primas y tampoco de los RESPEL generados	Llevar a cabo un seguimiento mensual de estas variables
No hay control de las materias primas compradas, para saber si hay insumos antiguos que no se han ocupado, antes de comprar nuevos	Controlar las materias primas compradas y llevar un registro mensual de ello
Se disponen los RESPEL como residuos domiciliarios	Separación de RESPEL en la fuente. Verificar que se encuentren en dicho sitio y que se los lleve un destinatario autorizado de residuos peligrosos
Se pierden toneladas de papel y cartón mensual, que podrían ir destinadas a reciclaje	Asignar contenedores especiales para el reciclaje de papel. Asignar un destinatario certificado que retire el papel, para su reciclaje
Vertimiento de RILES al alcantarillado	Generar un acopio para su disposición y tratarlos como residuos peligrosos

3.8. Medidas Implementadas

3.8.1.1. Reciclaje de papel

Para este fin, se colocaron contenedores de reciclaje, apropiadamente etiquetados, de modo de que no se utilizaran para disponer otros residuos. Cabe destacar que los papeles que se encontraban manchados con tinta, no se depositaron en los contenedores para reciclaje, ya que podrían contener metales pesados. En la tabla 27, se detalla la cantidad de papel y derivados de celulosa, despachados para reciclaje, por parte de la empresa SOREPA.

Tabla 27. Cantidad de papel y cartón destinado a reciclaje, en Kg, por mes.

Mes	Papel y Cartón Despachados (Kg)
Septiembre 2014	30581
Octubre 2014	32270
Noviembre 2014	25370
Diciembre 2014	26870
Enero 2015	26670
Febrero 2015	27470
Marzo 2015	21460

3.8.2. Gestión de Residuos peligrosos

Se cuantificó los RESPEL generados por mes, de manera de hacer un seguimiento de éstos y observar dónde puede haber sobre consumos de materias primas.

Adicionalmente, se implementó las siguientes medidas:

- **Contenedores.** Fueron colocados contenedores, acorde a lo estipulado por la normativa Chilena (Norma DS 148/03 MINSAL Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos). Cada contenedor fue etiquetado, de tal forma de que sólo se usaran para la disposición del RESPEL indicado. En la tabla 28, se muestra la cantidad de residuos peligrosos retirados por STU, quien hace la gestión sustentable de dichos residuos.

Tabla 28. Cantidad de RESPEL despachados a STU (en Kg)

Mes	Cantidad de RESPEL despachados por STU (Kg)
Septiembre 2014	2525
Octubre 2014	1250
Noviembre 2014	1015
Diciembre 2014	1038
Enero 2015	885
Febrero 2015	793
Marzo 2015	685

- **Bodega.** Se procedió a generar una bodega de residuos peligrosos para colocar dichos contenedores, según lo estipulado en el DS 78 (Reglamento almacenamiento de sustancias peligrosas). Esta bodega fue etiquetada con el rombo de seguridad correspondiente, de tal forma de indicar los riesgos implicados a cada residuo. Además, acorde a lo descrito en el artículo 33 de la norma DS 148/03, la bodega para residuos peligrosos se elaboró acorde a las siguientes condiciones:
 - La bodega tendrá una base continua, impermeable y resistente, tanto estructural y químicamente, a los residuos almacenados.
 - Contará con un cierre perimetral de a lo menos 1,8 metros de altura, para impedir libre acceso a personas y animales.
 - Techada y protegida de condiciones tales como humedad, temperatura y radiación solar.
 - Garantizar que se minimizará la volatilización, arrastre o lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente, que pueda afectar a la población.
 - Capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor, de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
 - Contar con señalización.

De este modo, fue posible hacer un seguimiento de la cantidad de residuos peligrosos generados por mes. Además, con estos resultados es más sencillo llevar a cabo recomendaciones acerca del uso de las materias primas y sobre las actividades, con el objetivo de mitigar o minimizar los contaminantes generados por los procesos implicados.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico ambiental de la empresa

Las entrevistas con el personal encargado y el balance de masa, son herramientas importantes ya que nos ilustran las entradas, salidas y materiales de desechos que se generan en cada una de las actividades. Con esto, se pudo dilucidar que la disposición final de residuos no era la apropiada, no había valoración del papel para su reciclaje y no había equipos de protección personal apropiados para los trabajadores.

Otro aspecto importante en el diagnóstico ambiental de la empresa, tiene que ver con los requisitos legales aplicables, con lo cual se encuentra que las empresas no cumplen con la normativa aplicable a la industria, la mayoría de estos por desconocimiento de la existencia de éstos. Dicho esto, las empresas muestran interés en cumplir el 100% de estas obligaciones.

Las mayores problemáticas a las cuales estaba enfrentándose la empresa, eran el incumplimiento de las siguientes normativas:

- Norma DS 594/99 SALUD – Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- Norma DS 148/03 MINSAL Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos – TRANSPORTE
- Norma DS 148/03 MINSAL Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos – ELIMINACIÓN, REUSO Y RECICLAJE
- DS 78 Reglamento sobre almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Norma DS 609/98 MOP Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de RILES a sistemas de alcantarillados.

Por lo mismo, se hicieron las capacitaciones correspondientes para los trabajadores, con las hojas de seguridad y equipos de protección personal correspondientes, partiendo por el hecho de que en general había desconocimiento sobre lo que era un residuo peligroso y por qué es importante su disposición adecuada, diferenciándolos de los residuos domiciliarios.

A esto, se sumó la implementación del plan de gestión de residuos peligrosos, generando sitios diferenciados, en una bodega de residuos peligrosos, para los paños contaminados, los envases de solventes vacíos y las pilas, los cuales eran retirados por una empresa autorizada de gestión de residuos peligrosos (STU en este caso).

En las mismas capacitaciones, los trabajadores tuvieron la instancia de consultar sus dudas sobre los productos, en lo que respecta a sus implicancias sobre la salud, qué hacer en caso de derrames, en caso de ingesta, inhalación, respecto a su compatibilidad química, entre otros.

4.2. Requisitos legales e implementación de medidas

Se identificaron requisitos legales para salud ocupacional, que determinaban la obligación de la empresa en realizar mediciones de ruido al interior de la misma, además de las mediciones de solventes orgánicos en el lugar de trabajo.

Luego de estas mediciones, se entregaron los implementos para los oídos, filtro para vapores orgánicos, guantes de acetonitrilo y zapatos de seguridad, en el área de producción, además de incentivar el uso de estos mismos a los superiores, para así promulgar la conciencia sobre el uso de los mismos.

Los solventes orgánicos se encontraban dentro de una concentración aceptable según la norma Chilena DS 594/99, exceptuando a la Ciclohexanona, la cual se encontraba un 50% superior a su LPP. Por lo tanto, se tomaron medidas inmediatas, las cuales consistieron en proveer a los trabajadores del área de Serigrafía, los equipos de protección personal y hacerlos de uso obligatorio, mientras se trabajaba en la medida, que era aumentar el caudal de extracción de la campana.

Respecto a los requisitos legales mencionados anteriormente, también se encontraron requisitos relacionados a los vertimientos líquidos al alcantarillado. Aunque en esta empresa, los vertimientos que se realizaban anteriormente no eran de gran significancia en cuanto a los volúmenes, son de especial cuidado por sus características de peligrosidad. Por lo mismo, se decidió que era necesario cesar estos vertimientos y recolectar estos residuos líquidos para su entrega a la empresa certificada (STU) para su disposición final.

Acorde a los requisitos legales estipulados relacionados a reutilización y reciclaje, se hizo la valoración de toneladas de papel y cartón mensuales, que antes pasaban como residuo domiciliario. Este retiro se hizo por parte de SOREPA, empresa autorizada para dicho reciclaje y que además, entregaba un factor de conversión del agua ahorrada, árboles que no se talaron y CO₂ que no fue emitido, gracias a esta decisión de reciclar el papel. También se acumulaban varios envases de adhesivos y de solventes orgánicos, los cuales eran retirados por los proveedores correspondientes para su reutilización.

Sumadas a todas estas medidas de implementación inmediata y urgente, se consideró también desarrollar un programa de mejora, basado en la producción limpia, de manera de estar en constante cambio en lo que respecta a los procesos de la industria gráfica. Estos planes de mejora están enfocados en revisar las operaciones unitarias que forman parte de la actividad productiva, siempre buscando las oportunidades de mejoramiento y optimización en el uso de los recursos.

Una de las medidas que se trabajaron, fue el contacto con los proveedores, de manera de mantener a la empresa actualizada en los insumos que van llegando, para eventualmente encontrar aquellos que tengan baja inflamabilidad, baja presión de vapor y bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles.

V. CONCLUSIONES

- Durante la planificación para incluir mejoras a través de medidas de Producción Limpia; estas resultaron efectivas para identificar las zonas de riesgo ambiental, en el rubro de la industria gráfica, así como también oportunidades para minimizar y prevenir los aspectos contaminantes de los procesos involucrados en esta actividad. Sin embargo, para que las medidas de producción limpia sean exitosas en una organización, se debe contar con el apoyo y la voluntad total del órgano que toma las decisiones dentro de la compañía. En este caso, el trabajo tuvo éxito producto del apoyo brindado por la gerencia de la empresa.
- Para garantizar el funcionamiento y operaciones óptimas de las medidas de Producción Limpia, resulta necesario definir muy claramente cuáles son las funciones, responsabilidades y autoridad de todos los cargos de la organización, porque sólo de esta forma cada uno sabrá qué compromiso tiene con el funcionamiento del mismo.
- La implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos y desechos peligrosos, resulta fundamental en el rubro de la industria gráfica. Esto sería para medir la efectividad del Plan de mejoras para la Producción Limpia, ya que acorde a las falencias encontradas durante la planificación, fue posible identificar las acciones paliativas correspondientes.
- El principal problema en el rubro de la industria gráfica, no sería tanto el tema del volumen generado de residuos, sino más bien, el tema de la desinformación respecto a los residuos generados y cómo tratarlos. Implementar Producción Limpia es una herramienta muy útil para corregir este punto, al entregar oportunidades de capacitar a las personas involucradas en los procesos de la industria gráfica, en todos los temas de interés ambiental y laboral.

- Se comprobó que las emisiones atmosféricas más relevantes dentro de la industria gráfica, corresponde a los COV, los cuales son diversos en lo que se refiere a su estructura, grupos funcionales, reactividad y efectos sobre la salud. Por lo mismo, es importante que las empresas mantengan actualizadas las mediciones de estos compuestos, que entreguen a sus trabajadores los implementos y condiciones necesarias para poder trabajar con estos insumos, y que se mantengan en contacto con sus proveedores para actualizarse respecto a materias primas, que tengan bajo o nulo contenido de COV.
- Las empresas se muestran interesadas en realizar los Acuerdos de Producción Limpia (APL), pero no principalmente por su preocupación por el medio ambiente y por la seguridad de sus trabajadores, si no que más bien porque cada vez son más los clientes que exigen a las empresas tener dentro de sus programas, un plan de prevención de contaminación, de gestión de residuos peligrosos y de cuidado al medio ambiente en general. Probablemente si la implementación del APL no implicara una retribución económica para la empresa, no habría interés mayor en incorporar dichos programas de producción más limpia.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdos de Producción Limpia (APL) y sectores comprometidos. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Gobierno de Chile. (Disponible en [http://www.cpl.cl/Acuerdos\(APL\)/](http://www.cpl.cl/Acuerdos(APL)/)) Consultado el 20 de Noviembre de 2014.
- Babin, A. and McCann, M. 1993. "Solvents Used in the Arts" Art Hazards Information Center. Center for the Safety of Arts. United States.
- 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 de residuos industriales sólidos. Planes de acción para los RISES y RILES. Informe Final.
- Department of Ecology (DEP). 1996. Environmental Management and Pollution Prevention. A guide for Screen Printing. Washington State. Publication 94-137R.
- Environet Australia. Cleaner Production in the Screen Printing Industry Cutler Brands Pty Ltd. Cleaner Production. Case Studies Directory. Environment Australia. Environment Protection Group.
- Graphics Arts Monthly (GAM). Julio 1997. Systems to Control VOCs. Web Printers seeking to comply with strict regulations have new abatement technologies to consider. Graphic Arts Monthly Online-Source book.
- Heidelberg Druckmaschinen AG, 2011. "Alcohol Free and Alcohol Reduced Printing" 5-17. Heidelberg, Germany.
- Instituto nacional de estadísticas (INE). 2015. Compendio estadístico.
- Ministerio de Salud de la República de Chile (MINSAL). 1999. Borrador de reglamento de manejo sanitario de los residuos peligrosos.
- Missouri Department of Natural Resources. Environmental Assistance Office. 2004. "Preventing Pollution in Screen Printing: A Guide to Environmental Compliance and Pollution Prevention for Screen Printers in Missouri" 5-48. Jefferson City, Missouri.
- Nayak, V; Medrano, S.; Regia, G.; Fermin, J. 2000. Solvent Recovery. Air: Alternative Treatment. Environmental Technology. (Disponible en <http://www.amcec.com/case4.html>) Consultado el 20 de Noviembre de 2014.
- New York State, February 2007. NYCRR Part 234. Offset Lithographic Printing Processes: Using Complying Fountain Solutions. Small Business Assistance Program.
- NCh 2807. Acuerdos de Producción Limpia. Diagnóstico, Seguimiento y Control. Evaluación final y certificación de cumplimiento. 2003.

- NCh 2825. Acuerdos de Producción Limpia. Requisitos para los auditores y procedimiento de la auditoría de evaluación de cumplimiento. 2003.
- Passant N.R. Emissions of VOCs from stationary sources in the UK: A review of emission factors by species and process (September 1998 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. Pollution Prevention. Printing Inks. (Disponible en <http://www.pneac.org/sheets/litho/inks.cfm>). Consultado el 5 de Marzo de 2015.
- PNPPRC (Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center) 1997. "Commercial Printing Industry. Compliance & Pollution Prevention Workbook" 7-36. Seattle, Washington.
- Setia, Saket, 2001. VOC Emissions- Hazards and techniques for their control. Chemical Engineering World. Vol XXXI, N°9.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1991. Guide to pollution prevention: the photo processing industry. EPA/625/7-91/012
- United Soybean Board (USB). Soy Solvents Market Study. 2007. (Disponible en http://soynewuses.org/wp-content/uploads/pdf/final_SolventsMarketStudy.pdf) Consultado el 10 de Marzo del 2015.
- World Bank, 1997. Pollution Prevention and Abatement Handbook.
- Worrall, Mike. January 2000. Capturing Organic Vapors from Non-condensable gases, using activated carbon adsorption technology. Chemical processing.

VII. ANEXO

7.1. Normativa aplicable a la industria gráfica

- 1) Norma DS 609/98 MOP: Norma de emisión para la regulación de contaminantes, asociados a las descargas de RILES a sistemas de alcantarillados
- 2) Norma DS 594/99 SALUD (Arts. 17 y 20): Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- 3) Norma DS 148/03 MINSAL: Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos – TRANSPORTE
- 4) Norma DS 148/03 MINSAL: Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos – ELIMINACIÓN, REUSO Y RECICLAJE
- 5) Norma Res 359/05 MINSAL: Aprueba Documento de Declaración de Residuos Peligrosos
- 6) Norma Res 499/06 MINSAL: Aprueba Documento electrónico de declaración de residuos peligrosos
- 7) DS 78: Reglamento almacenamiento de sustancias peligrosas
- 8) NCh382.Of89: Sustancias Peligrosas - Terminología y Clasificación General
- 9) NCh389.Of72 : Sustancias Peligrosas - Almacenamiento de Sólidos, Líquidos y Gases Inflamables- Medidas Generales de Seguridad
- 10) NCh393.Of60 : Medidas Especiales de Seguridad en el Transporte Ferroviario o en camiones, de Petróleo, sus productos y de materiales similares
- 11) NCh758.EOf71: Sustancias Peligrosas - Almacenamiento de Líquidos Inflamables - Medidas particulares de seguridad
- 12) NCh1061.Of94: Cloro Líquido - Medidas de Seguridad en el transporte por ferrocarril, en vagones - tanque, y en la carga, recepción y descarga de ellos
- 13) NCh1377.Of90: Gases Comprimidos - Cilindros de Gas para Uso Industrial - Marcas para identificación del contenido y de los riesgos inherentes
- 14) NCh.2120/1.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 1: Clase 1 - Sustancias y Objetos Explosivos
- 15) NCh2120/3.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 3: Clase 3 - Líquidos Inflamables
- 16) NCh2120/4.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 4: Clase 4 - Sólidos Inflamables - Sustancias que presentan riesgos de combustión espontánea, sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
- 17) NCh2120/5.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 5: Clase 5 - Sustancias comburentes, peróxidos orgánicos

- 18) NCh2120/6.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 6: Clase 6: Sustancias Venenosas (Tóxicas). Sustancias Infecciosas
- 19) NCh2120/7.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 7: Clase 7 - Sustancias Radiactivas
- 20) NCh2120/8.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 8: Clase 8 - Sustancias Corrosivas
- 21) NCh2120/9.Of89: Sustancias Peligrosas - Parte 9: Clase 9 - Sustancias Peligrosas Varias
- 22) NCh2136.Of89: Sustancias Corrosivas - Ácido Sulfúrico - Disposiciones de Seguridad para el transporte
- 23) NCh2137.Of92: Sustancias Peligrosas - Embalaje/Envase - Terminología, Clasificación y Designación
- 24) NCh2190.Of93: Sustancias Peligrosas - Marcas para Información de Riesgos
- 25) NCh2245.Of93: Hoja de Datos de Seguridad de Productos Químicos - Contenido y disposición de los Temas

7.2. Técnicas de control de COV

Los sistemas de oxidación térmica son las unidades más utilizadas en el control de las emisiones atmosféricas. Básicamente, consisten en un sistema que convierte las emanaciones de COV y otros contaminantes peligrosos en agua y dióxido de carbono. En particular, el OTR destruye los COV 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 de 99%. 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 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.

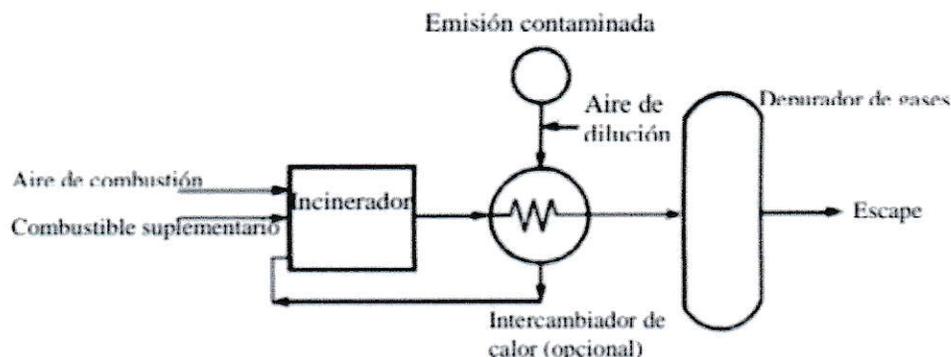


Figura 1. Diagrama esquemático de sistema de oxidación térmica (USEPA, 1991)

7.2.1. 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 COV. Bajo ciertas condiciones, un sistema catalítico a base de metales preciosos puede oxidar los COV 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 carbono, CO. Los OTR también 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 retenido en la emisión. La desventaja del 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 caso de que los COV contengan silicón, fósforo, arsénico u otros metales pesados encontrados usualmente en las tintas metálicas o fosforescentes. Lo anterior se debe a la posibilidad de contaminar el sistema catalítico. Para unidades con bajos flujos y altas cargas de COV, el sistema OCR es usualmente la mejor elección. Para instalaciones con flujos mayores en ambos sistemas, el OCR y OTR pueden ser factibles.

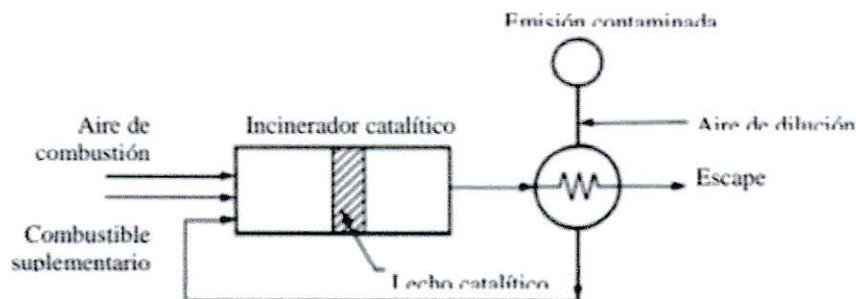


Figura 3. Diagrama esquemático de sistema de oxidación catalítica (USEPA, 1991)

7.2.2. 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. 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 las isothermas de COV particulares, pues se trata de un proceso sensible a la temperatura. Se observan tres sectores de adsorción con lechos estáticos horizontales de carbón activado. El aire contaminado es pasado a través del lecho, donde los COV son capturados y el aire limpio es descargado a la atmósfera. Cuando los lechos han sido cargados con COV, estos son regenerados por el paso de un flujo de vapor de agua. El vapor calienta el carbón, el cual libera los COV que son llevados al condensador y a un sistema de separación. Este tipo de tecnología es llamada tecnología de lecho estático profundo.

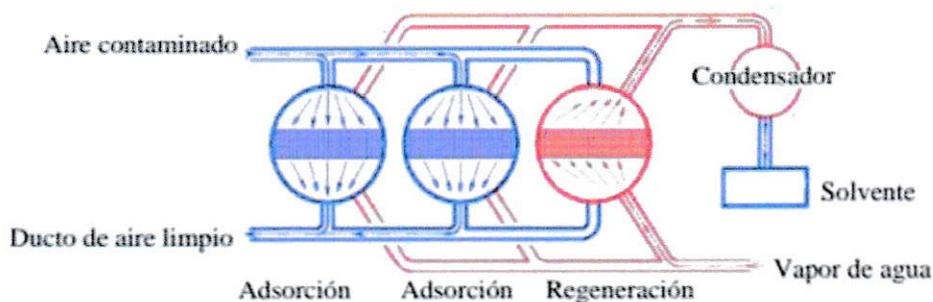


Figura 4. Diagrama de Proceso de Adsorción Simplificado (Worrall, 2000)

7.2.3. Condensación

La condensación a temperaturas bajas puede ser factible cuando las concentraciones de COV 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 3000 m/h y concentraciones de COV de 5000 ppmv o mayores, esta técnica puede ser considerada.

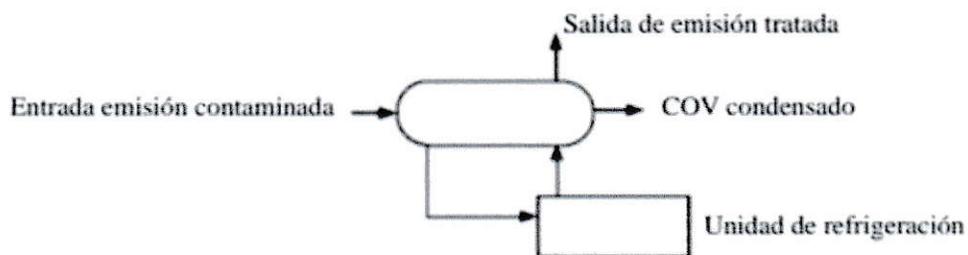


Figura 5. Esquema del sistema de condensación por refrigeración (USEPA, 1991)



7.2.4. Biofiltración

Es utilizada para la purificación de flujos contaminados con COV en concentraciones bajas y con problemas de mal olor asociado. El aire es pre tratado para lograr la remoción de polvo y aerosoles grasos, y es llevado a un biofiltro en el cual los microorganismos son inmovilizados. Los COV 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. El funcionamiento consiste en que el flujo de aire contaminado, entra a la sección de humectación y se desplaza hacia arriba a través de un material plástico aglomerado. 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, de la sección de oxidación biológica. Luego, el aire contaminado circula hacia abajo, 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. 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 el CO₂, agua y sales comunes. El aire purificado es colectado en el fondo de la sección de filtración. El aire ya limpio entra a un sistema de calefacción y es finalmente descargado a la atmósfera a través de una pequeña chimenea.

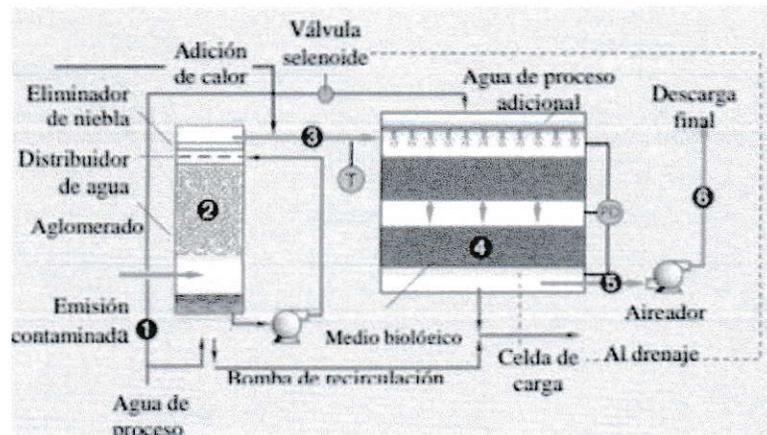


Figura 6. Diagrama de proceso de Biofiltración (Clairtech)

7.3. Características de la exposición acústica

a) **Fuentes de ruido:** Las fuentes de ruido críticas que intervienen en la exposición de los puestos de trabajo, a evaluar corresponden principalmente a motores, escapes de aire comprimido, sistemas de transmisión, etc.

b) **Tipo de ruido:** En general la exposición a ruido en condiciones normales presenta un comportamiento en el tiempo fluctuante, ya que presenta variaciones de los niveles de presión sonora mayores a 5 dB (A) lento, durante un período de observación de un minuto.

7.3.1. Indicadores de medición

a) Nivel de presión sonora A (NPS dB (A)): Es el nivel de presión sonora, obtenido utilizando la curva de ponderación A, su unidad es el dB (A). Es una medición que no aporta información sobre cómo se distribuye la energía acústica en el espectro audible (20 Hz a 20000 Hz), sino que indica el nivel de ruido total o en banda ancha, que es percibido por una persona.

- b) Nivel de presión sonora continuo equivalente: Es un nivel de presión sonora constante, que en un mismo intervalo de tiempo de medición, contiene la misma energía total que el ruido medido (estable o fluctuante). Por otra parte, este indicador, expresado en decibeles A, representa el nivel de ruido que percibe el trabajador en el lugar de medición.
- c) Dosis de ruido diaria: Corresponde a la cantidad de energía sonora total, que un trabajador recibe durante la jornada de trabajo diaria, se representa como la razón entre el tiempo de exposición a ruido del trabajador y el tiempo de exposición permitido para ese nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq).
- d) Niveles de presión sonora ponderados A y C: La estimación de la reducción de ruido que otorga un protector auditivo, se puede obtener utilizando el método de cálculo H, M, L, el cual está basado en los niveles de presión sonora ponderados A y C del ruido y los valores HML del protector auditivo, estimados a partir de su curva de atenuación.

7.3.2. Criterios de Evaluación

- a) **Determinación de la exposición ocupacional al ruido:** El protocolo de exposición ocupacional al ruido del Minsal, PREXOR, establece como criterio de acción una dosis de acción (DA), ésta corresponde a la mitad de la dosis máxima de ruido permitida por la normativa legal vigente ($DA = 0,5$).

La exposición ocupacional a Ruido se determina comparando las dosis de ruido diaria medidas en los trabajadores, evaluados con la $DMP = 1$ (Dosis máxima permisible) establecidos por la normativa legal vigente. D.S. N°594, y la Dosis de Acción señalada anteriormente. Si la exposición ocupacional a ruido se encuentra sobre la DA, se deben tomar acciones para el control de la exposición e incorporar a los trabajadores en un programa de vigilancia médica.

Con el objetivo de gestionar acciones de control y de vigilancia a la salud, se definen los siguientes niveles de riesgo:

- a) Nivel 1: Comprende las exposiciones cuyas dosis se encuentran bajo la DA.
- b) Nivel 2: Comprende las exposiciones cuyas dosis se encuentran en o sobre la DA, bajo 10 veces la DMP.
- c) Nivel 3: Comprende las exposiciones cuyas dosis se encuentran en o sobre 10 veces la DMP.

La reducción de la exposición a ruido que se logra, con el uso permanente de un protector auditivo, depende de sus características individuales de atenuación sonora, de su correcto uso y mantención, así como también, de las características en frecuencia a las que se encuentra expuesto el trabajador. La estimación de la reducción de ruido que otorga un protector auditivo, se puede obtener utilizando el método de cálculo HML que establece la NCh 1331/6 contenida en la guía para la selección y control de protectores auditivos del ISP.

Se recomienda que el protector auditivo otorgue en las áreas de trabajo, un nivel de presión sonora efectivo ponderado A, inferior a 80 dB A, asegurando teóricamente, una alta probabilidad de protección para la audición de los trabajadores expuestos. Por otra parte, el protector auditivo no debe proporcionar una reducción sonora excesiva, ya que el trabajador puede quedar sobreprotegido, con las consiguientes interferencias en la comunicación, dificultad para percibir señales de alarma, además de otras implicancias negativas. En base a lo anterior, el criterio de evaluación preventivo para el nivel de presión sonora efectivo que se logra con el protector auditivo en uso, se establece entre 60 y 80 dB A.

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.

7.4. Consecuencias de la exposición a productos químicos

Los productos químicos utilizados en la industria gráfica y su efecto se describen en la tabla 29:

Tabla 29. Compuestos Químicos presentes en la industria gráfica

Compuesto	Efecto sobre la salud
Acetona (2-propanona)	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.
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.
Aguarrás	Irritante a los ojos, nariz, garganta, sistema respiratorio, sistema nervioso. Puede producir dermatitis. Puede producir dolor de cabeza, mareos, fatiga. Se encuentra por lo general en forma de mezclas, y los riesgos aumentan atribuidos a los constituyentes, tales como tolueno y benceno.
Alcohol isopropílico (2-propanol)	Irritante a la piel y sistema respiratorio. La inhalación puede producir náuseas, vómitos, mareos y fatiga
Benceno	Por inhalación produce mareos, fatiga, aumenta el pulso cardíaco, dolor de cabeza. La exposición prolongada produce enfermedades de la sangre, anemia, cáncer-leucemia y cambios al ciclo de reproducción de las mujeres.
Cloruro de metileno o diclorometano	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.
Éteres de glicol	Constituyente de solución de fuente. Irritante a los ojos y membranas mucosas. Dañan al sistema nervioso. Son tóxicos para el sistema reproductivo. Son teratógenos.

Tabla 29. Compuestos Químicos presentes en la industria gráfica

Compuesto	Efecto sobre la salud
Etil benceno	Irritante a los ojos, piel, membranas mucosas y sistema respiratorio. Síntomas de exposición aguda incluyen narcosis, fatiga, falta de coordinación. Los síntomas de exposición crónica incluyen fatiga, dolor de cabeza, irritación a los ojos y al sistema respiratorio, además de dermatitis.
Gasolina	Irritante a la piel, ojos, nariz, garganta y pulmones. Puede producir daño hepático y renal. Puede producir mareos, dolor de cabeza. La inhalación de vapores de altas concentraciones puede causar efectos a SNC, anestesia y muerte.
Hexano	Exposición aguda produce irritación a los ojos, piel, membranas mucosas y sistema respiratorio. Exposición crónica produce vértigo, narcosis, mareos, dolor de cabeza y daños neurológicos.
Hidroquinona (1,4 dihidroxibenceno)	Irritante severo. Puede producir muerte de inhalación. Posible cancerígeno. Los síntomas de exposición incluyen náuseas, vómito, dificultad en respiración, delirio, convulsiones, dermatitis, dolor de cabeza, decoloración de piel, irritación de ojos, lágrimas, temblores musculares, sed, transpiración, mareos, problemas al SNC, dolor de estómago.
Metiletil cetona (2-butanona)	Irritante al olfato, garganta, piel y ojos. Por inhalación, se puede aumentar el daño cuando es mezclado con otros compuestos. En concentraciones altas, puede producir defectos en fetos e incluso la muerte.
Nafta	Irritante a los ojos, piel, sistema respiratorio. Puede producir dolor de cabeza, mareos, náuseas. La exposición prolongada produce dermatitis, daños a los pulmones, ojos, riñones e hígado.
Nitrocelulosa	Irritante a piel y ojos. Presenta peligro de explosión,
N-metilpirrolidona	Irritante a los ojos y piel. Vías de exposición: inhalación, absorción e ingestión. Inflamable/combustible.
Parafina	Inhalación causa irritación a los ojos, dolor de cabeza, mareos, deterioro de la concentración y coordinación física, náuseas, hipertensión, pérdida de apetito. Inhalación crónica puede producir daños a los riñones, disminución de capacidad coagulante. Potencial cancerígeno.
Percloroetileno (tetracloroetano)	Irritante a la piel. La exposición a concentraciones altas produce dolor de cabeza, mareos, fatiga, náuseas, dificultad al hablar y caminar, impactos al SNC, daños a riñones e hígado, alteraciones al sistema reproductivo de mujeres, cáncer, muerte. Se acumula en tejidos y órganos.
Tolueno (Metil benceno)	Por inhalación produce mareos, fatiga, dolor de cabeza, pérdida de memoria, narcosis, deterioro de la habilidad sonora
Tricloroetileno	Por inhalación produce dolor de cabeza, mareos, deterioración de coordinación muscular, disminución en la concentración, daños al sistema respiratorio, nervios, riñones e hígado. Concentraciones altas pueden producir daños al corazón, coma y muerte.

Tabla 29. Compuestos Químicos presentes en la industria gráfica

Compuesto	Efecto sobre la salud
Varsol-solvente stoddard	Irritante para los ojos y piel. Los síntomas de exposición incluyen somnolencia, mareos, náusea, vómito, dolor de cabeza, dificultad en la 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.
Xileno	La exposición produce dolor de cabeza, irritación a los ojos, piel, nariz y garganta, dificultad para respirar, dolores estomacales, mareos y deterioro de la coordinación muscular.

7.5. Glosario

1. **Almacenamiento o acumulación:** Se refiere a la conservación de residuos en un sitio y por un lapso determinado (D.S. N° 148/2003 de MINSAL).
2. **Corrosividad:** Proceso de carácter químico, causado por determinadas sustancias que desgastan a los sólidos o que puede producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos. Un residuo tendrá la característica de corrosividad si presenta alguna de las siguientes propiedades: Es acuoso y tiene un pH inferior o igual a 2, mayor o igual a 12,5. Corroe el acero (SAE 1020) a una tasa mayor de 6,35 mm por año, a una temperatura de 55°C, según el método de la tasa de corrosión.
3. **Contenedor:** Recipiente portátil en el cual un residuo es almacenado, transportado o eliminado.
4. **CL 50:** Concentración de vapor, niebla o polvo que, administrado por inhalación continua durante una hora a un grupo de ratas albinas adultas jóvenes, machos y hembras, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo.
5. **Cuerpo receptor:** Es el curso o volumen de agua natural o artificial, marino o continental superficial, que recibe la descarga de residuos líquidos. No se comprenden en esta definición los cuerpos de agua artificiales que contengan, almacenen o traten relaves y/o aguas lluvias o desechos líquidos provenientes de un proceso industrial o minero.

6. **Contaminante:** Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.
7. **Cancerígeno:** Sustancia capaz de inducir cáncer.
8. **Contaminación:** La presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente.
9. **Contaminante del aire:** Cualquier sustancia en el aire que, en determinada concentración, puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Puede incluir casi cualquier compuesto natural o artificial de materia flotante, susceptible de ser transportada por el aire. Estos contaminantes se encuentran en forma de partículas sólidas, gotitas, líquidas, gases o combinadas. En general, se clasifican en dos grandes grupos: los emitidos directamente por fuentes identificables, y los producidos en el aire por la interacción de dos o más contaminantes primarios, o por la reacción con los compuestos normales de la atmósfera, con o sin fotoactivación. Excluyendo al polen, niebla y polvo, que son de origen natural, alrededor de cien contaminantes han sido identificados y colocados dentro de las categorías siguientes: sólidos, componentes sulfurosos, VOC, compuestos nitrogenados, compuestos oxigenados, compuestos halógenos, compuestos radioactivos y olores.
10. **Desarrollo sustentable:** El proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras.
11. **Descargas de residuos líquidos:** Es la evacuación o vertimiento de residuos líquidos a un cuerpo de agua receptor, como resultado de un proceso, actividad o servicio de una fuente emisora.

12. **Destinatario:** Propietario, administrador o persona responsable de una instalación expresamente autorizada, para eliminar residuos peligrosos generados fuera de ella.
13. **Disposición final:** Procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo.
14. **Declaración de Impacto Ambiental (DIA):** Documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.
15. **DL 50 por absorción cutánea:** Concentración de la sustancia que, administrada por contacto continuo a un grupo de conejos albinos causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de a lo menos la mitad de los animales del grupo.
16. **DL 50 por ingestión:** Concentración de la sustancia que, administrada por la vía oral a un grupo de ratas albinas adultas y jóvenes, machos y hembras, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo.
17. **Eliminación:** Cualquiera de las operaciones señaladas en el artículo 86 del D.S. N°148/2003, que aprueba el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos, para eliminar residuos peligrosos.
18. **Educación ambiental:** Proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y medio biofísico o circundante.
19. **Establecimiento industrial (MOP):** Aquel en el que se realiza una actividad económica donde se produce una transformación de la materia prima o materiales empleados, dando origen a nuevos productos, o bien en que sus operaciones de fraccionamiento, manipulación o limpieza, no produce ningún tipo de transformación en su esencia. Este concepto comprende industrias, talleres

artesanales y pequeñas industrias que descargan efluentes con una carga contaminante media diaria, medida en condiciones de máxima generación de carga contaminante y antes de toda forma de tratamiento, superior al equivalente a lo que indica el D.S. N°609/1998 del MOP.

20. **Estudio de Impacto Ambiental (EIA):** Documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir y minimizar sus efectos significativamente adversos.
21. **Estabilización:** Proceso mediante el cual un residuo es convertido a una forma química más estable, el cual puede incluir la solidificación, cuando ésta produce cambios químicos para reducir la movilidad de los contaminantes.
22. **Establecimiento industrial:** La unidad productiva, asentada de manera permanente en un lugar, bajo el control de una sola entidad propietaria, que realiza actividades de transformación, procesamiento, elaboración, ensamble o maquila total o parcial, de uno o varios productos.
23. **Fuente fija (estacionaria):** Toda instalación o actividad establecida, en un sólo lugar o área, que desarrolle operaciones o procesos industriales, comerciales y/o de servicios, que emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera, agua o suelo.
24. **Fuente difusa:** Fuente emisora de contaminantes que no se encuentran establecidas en un lugar determinado, sino que pueden abarcar áreas extensas, como por ejemplo los caminos sin asfaltar, desde los cuales se genera un levantamiento de polvo.
25. **Fuente emisora (de residuos líquidos):** Es el establecimiento que descarga residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptores, como resultado de su proceso, actividad o servicio, con una carga contaminante media diaria o de valor característico superior en uno o más de los parámetros indicados, en el DS N°90/2000 de MINSEGPRES.

26. **Generador de residuos peligrosos:** Titular de toda instalación o actividad que de origen a los residuos peligrosos.
27. **Hoja de seguridad para el transporte de residuos peligrosos:** Documento para transferir información sobre las características esenciales y grado de riesgo que presentan los residuos peligrosos, para las personas y el medio ambiente, incluyendo aspectos de transporte, manipulación, almacenamiento y acción ante emergencias desde que una carga de residuos peligrosos es entregada por el generador a un medio de transporte, hasta que es recibido por el destinatario.
28. **Incineración:** Destrucción mediante combustión o quema técnicamente controlada, de las sustancias orgánicas contenidas en un residuo.
29. **Instalación de eliminación:** Planta o estructura destinada a la eliminación de residuos peligrosos.
30. **Inflamabilidad:** La capacidad de iniciar la combustión provocada por la elevación local de la temperatura. Este fenómeno se transforma en combustión propiamente tal, cuando se alcanza la temperatura de inflamación. Un residuo tendrá la característica de inflamabilidad si presenta cualquiera de las siguientes propiedades: 1) Es líquido y presenta un punto de inflamación inferior a 61°C en ensayos de copa cerrada o no superior a 65,6°C, en ensayos de copa abierta. No incluyéndose en esta definición, las soluciones acuosas con una concentración en volumen de alcohol inferior o igual al 24%. 2) No es líquido y es capaz de provocar, bajo condiciones estándares de presión y temperatura (1 atm y 25°C), fuego por fricción, por absorción de humedad o cambios químicos espontáneos y cuando se inflama, lo hace en forma tan vigorosa y persistente que ocasiona una situación de peligro. 3) Es un gas comprimido inflamable. Se dice que un gas o una mezcla de gases es inflamable cuando al combinarse con el aire, constituye una mezcla que tiene un punto de inflamación inferior al 61°C. 4) Es una sustancia oxidante, tal como los cloratos, permanganatos, peróxidos inorgánicos o nitratos, que genera oxígeno lo suficientemente rápido como para estimular la combustión de materia orgánica.

31. **Lodo:** Cualquier residuo semisólido que ha sido generado en plantas de tratamiento de efluentes, que se descarguen a la atmósfera, de aguas servidas, de residuos industriales líquidos o de agua potable. Se incluyen en esta definición los residuos en forma de fangos, barros o sedimentos provenientes de procesos, equipos o unidades de industrias o cualquier actividad.
32. **Líquido lixiviado:** Aquel que ha percolado o drenado a través de un residuo y que contiene componentes solubles de éste.
33. **Medio ambiente:** Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza química, física o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural, y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.
34. **Manejo:** Todas las operaciones a las que se somete un residuo peligroso luego de su generación, incluyendo, entre otras, su almacenamiento, transporte y eliminación.
35. **Minimización:** Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos generados. Considera medidas tales como la reducción de la generación, concentración y reciclaje.
36. **Medio ambiente libre de contaminación:** Aquel en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquellos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza y/o preservación del patrimonio ambiental.
37. **Norma de emisión:** Las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora.
38. **Norma primaria de calidad ambiental:** Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos y mínimos permisibles de elementos compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

39. **Norma secundaria de calidad ambiental:** Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del M.A.
40. **Órgano de la administración del estado con competencia ambiental:** Ministerio, servicio público, órgano o institución creado para el cumplimiento de una función pública, que otorgue algún permiso ambiental sectorial de los señalados en este reglamento, o que posea atribuciones legales asociadas directamente con la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza, el uso y manejo de algún recurso natural y/o la fiscalización del cumplimiento de las normas y condiciones en base a las cuales se dicta la resolución calificatoria de un proyecto o actividad.
41. **PM-2.5:** Corresponde a aquellas partículas de diámetro inferior o igual a los 2,5 micrómetros. Su tamaño hace que sean 100% respirables, por lo que penetran el aparato respiratorio y se depositan en los alveolos pulmonares.
42. **PM-10:** Partículas sólidas o líquidas, como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, suspendidas en la atmósfera, cuyo diámetro es inferior a 10 micrómetros.
43. **Protección del medio ambiente:** Conjunto de políticas, planes, normas, programas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y prevenir y controlar su deterioro.
44. **Residuos incompatibles:** Residuos que al entrar en contacto pueden generar alguno de los efectos señalados en el artículo 87 del reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.
45. **Relleno de seguridad:** Instalación de eliminación destinada a la disposición final de residuos peligrosos en el suelo, diseñada, construida y operada, cumpliendo los requerimientos específicos señalados en el reglamento sanitario, sobre manejo de residuos peligrosos.

46. **Reactividad:** Potencial de los residuos para reaccionar químicamente, liberando en forma violenta energía y/o compuestos nocivos, ya sea por descomposición o por combinación con otras sustancias. Un residuo tendrá la característica de reactividad, si presenta cualquiera de las siguientes propiedades: 1) Es normalmente inestable y sufre, con facilidad, cambios violentos sin detonar. 2) Reacciona violentamente con el agua. 3) Forma mezclas explosivas con el agua. 4) Cuando mezclado o en contacto con el agua, genera gases, vapores o humos tóxicos, en cantidades suficientes como para representar un peligro para la salud humana. 5) Contiene cianuros o sulfuros, y al ser expuesto a condiciones de pH entre 2 y 12,5, puede generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes como para representar un peligro para la salud humana. 6) Cuando es capaz de detonar o explosionar por la acción de una fuente de energía de activación, o cuando es calentado en forma confinada. 7) Cuando es capaz de detonar, descomponerse explosivamente o reaccionar con facilidad, bajo condiciones estándares de temperatura y presión. 8) Cuando tenga la calidad de explosivo de acuerdo a la legislación y reglamentación vigente.
47. **Residuo:** Sustancia, elemento u objeto que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar.
48. **Riesgo:** Probabilidad de ocurrencia de un daño.
49. **Reuso:** Recuperación de residuos peligrosos o de materiales presentes en ellos, por medio de las operaciones señaladas en el artículo 86 letra B del reglamento sanitario, sobre manejo de residuos peligrosos, para ser utilizados en su forma original o previa transformación como materia prima sustitutiva en el proceso productivo que les dio origen.
50. **RETC:** Catálogo o base de datos que contiene información periódica y actualizada sobre sustancias químicas contaminantes o potencialmente dañinas para la salud y el medio ambiente, que son emitidas directamente al suelo, al aire o al agua por establecimientos industriales u otras actividades como el transporte o la agricultura. Además, incluye información sobre el tratamiento o eliminación de residuos contaminantes peligrosos.

51. **Solidificación:** Proceso en el que ciertos materiales son adicionados a los residuos, para convertirlos en un sólido, para reducir la movilidad de los contaminantes o para mejorar su manipulación y sus propiedades físicas. El proceso puede o no involucrar una unión química entre el residuo, sus contaminantes y el material aglomerante.
52. **Residuos peligrosos:** Residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las características señaladas en el artículo 11 del RS sobre manejo de residuos peligrosos.
53. **Reciclaje:** Recuperación de residuos peligrosos, o de materiales presentes en ellos, por medio de las operaciones señaladas en el artículo 86 letra B del RS sobre manejo de residuos peligrosos, para ser utilizados en su forma original o previa transformación, en la fabricación de otros productos en procesos productivos distintos al que lo generó.
54. **Sistema de tratamiento de aguas servidas, planta de tratamiento de aguas servidas:** Conjunto de operaciones y procesos secuenciales, físicos, químicos, biológicos o combinación de ellos, naturales o artificiales, posibles de controlar que se desarrollan en instalaciones diseñadas y construidas de acuerdo a criterios técnicos específicos para este tipo de obras, cuyo propósito es reducir la carga contaminante de las aguas residuales para adecuarla a las exigencias de descarga al cuerpo receptor. Bajo este concepto se incluyen, entre otros, lagunas de estabilización, lodos activados, emisarios submarinos aprobados por la autoridad competente.
55. **Tratamiento:** Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/o químicas de los residuos peligrosos, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales, o eliminar o disminuir su peligrosidad.

56. **Toxicidad crónica:** Un residuo tendrá la característica de toxicidad crónica en los siguientes casos: 1) Si contiene alguna sustancia no incluida en el artículo 89 del reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos, que sea declarada tóxica crónica mediante decreto supremo del Ministerio de Salud por presentar efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos en seres humanos. La autoridad sanitaria deberá fundar su decisión en estudios científicos nacionales o extranjeros. 2) Cuando contiene alguna sustancia incluida en el artículo 89 del RS sobre manejo de residuos peligrosos, que sea cancerígena y cuya concentración en el residuo, expresada como porcentaje, sea superior a $CTAL/1000$, en donde CTAL es la concentración tóxica aguda límite de dicha sustancia. 3) Si contiene alguna de las sustancias que presentan efectos acumulativos, teratogénicos o mutagénicos incluidas en el artículo 89 del RS sobre manejo de residuos peligrosos, cuya concentración en el residuo, expresada como porcentaje, es superior a $CTAL/100$, en donde CTAL es la concentración tóxica aguda límite de la sustancia tóxica crónica. Cuando un residuo contenga más de una sustancia tóxica, se considerará que presenta la característica de toxicidad crónica si: 4) la suma de las concentraciones porcentuales de las sustancias cancerígenas, en el residuo, divididas por sus respectivas CTAL es superior o igual a 0,001. $C(1)/CTAL(1) + C(2)/CTAL(2) + \dots + C(n)/CTAL(n) > 0,001$. 5) La suma de las concentraciones porcentuales de las sustancias con efectos acumulativos, teratogénicos o mutagénicos divididas por sus respectivas CTAL, es superior o igual a 0,01.
57. **Teratógeno:** Agente que, cuando se administra al animal materno antes del nacimiento de la cría, induce anomalías estructurales permanentes en esta última.

58. **Transferencia:** Es el traslado de contaminantes a un lugar que se encuentra físicamente separado del establecimiento que lo generó. Incluye entre otros: descarga de aguas residuales al alcantarillado público, transferencia para reciclamiento, recuperación o regeneración, transferencia para recuperación de energía fuera del establecimiento, transferencia para tratamientos como neutralización, tratamiento biológico, incineración o separación física.
59. **Toxicidad aguda:** Un residuo tendrá la característica de toxicidad aguda, cuando es letal en bajas dosis en seres humanos. Se considerará que un residuo presenta tal característica en los siguientes casos: 1) Cuando su toxicidad por ingestión oral en ratas, expresada como DL 50 oral, arroja en un ensayo de laboratorio, un valor igual o menor que 50 mg de residuo/Kg de peso corporal. 2) Cuando el valor de su toxicidad por inhalación en ratas, expresado como CL 50 inhalación, arroja en un ensayo de laboratorio un valor igual o menor que 2 mg de residuo/L. 3) Cuando su toxicidad por absorción cutánea en conejos, expresada como DL 50 dermal, arroja en un ensayo de laboratorio un valor igual o menor que 200 mg de residuo/Kg de peso corporal. La toxicidad aguda de un residuo podrá estimarse en base a la información técnica disponible, respecto a la toxicidad aguda de sus sustancias componentes. Se considerará que un residuo tiene la característica de toxicidad aguda, cuando el contenido porcentual en el residuo de una sustancia tóxica listada en el artículo 88 del RS sobre manejo de residuos peligrosos, o de otra sustancia tóxica aguda reconocida como tal, mediante decreto supremo del ministerio de salud, sea superior a la menor de las CTAL, definidas para ese constituyente, calculadas de la siguiente forma:

$$\text{CTAL oral} = [\text{DL oral} / 50 \text{ mg/Kg}] \times 100$$

$$\text{CTAL inhalación} = [\text{CL 50 inhalación} / 2 \text{ mg/L}] \times 100$$

$$\text{CTAL dermal} = [\text{DL 50 dermal} / 200 \text{ mg/kg}] \times 100$$

En caso de que el residuo contenga más de una sustancia tóxica agua, se considerará peligroso si la suma de las concentraciones porcentuales de tales sustancias, divididas por sus respectivas CTAL, es mayor o igual a 1, para cualquiera de las vías de exposición.

$$\dots + C(n) / CTAL(n) > 1$$

60. **Toxicidad:** Capacidad de una sustancia de ser letal en baja concentración, o de producir efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos.
61. **Toxicidad extrínseca:** Un residuo tendrá la característica de toxicidad extrínseca cuando su eliminación pueda dar origen a una o más sustancias tóxicas aguas o tóxicas crónicas en concentraciones que pongan en riesgo la salud de la población. Cuando la eliminación se haga a través de su disposición final en el suelo se considerará que el respectivo residuo tiene esta característica, cuando el test de toxicidad por lixiviación arroje, para cualquiera de las sustancias mencionadas, concentraciones superiores a las señaladas en el RS sobre manejo de residuos peligrosos.
62. **Transportista:** Persona que asume la obligación de realizar el transporte de residuos peligrosos determinados.
63. **Unidad de reporte:** Unidad de medida (longitud, masa, volumen, etc.) mediante la cual se reportan las cantidades contaminantes. Por lo general se emplean unidades del sistema métrico decimal, como toneladas (ton), kilogramos (kg) para reportar peso; metros cúbicos (m³) para volumen, megajoules por hora (Mj/Hr) para energía.