

# Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para la industria gráfica

## Introducción

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión<sup>1</sup>. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. En el caso de proyectos complejos, es probable que deban usarse las guías aplicables a varios sectores industriales, cuya lista completa se publica en el siguiente sitio web: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>.

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología

existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia.

En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Si corresponde utilizar niveles o indicadores menos rigurosos en vista de las circunstancias específicas del proyecto, debe incluirse como parte de la evaluación ambiental del emplazamiento en cuestión una justificación completa y detallada de cualquier alternativa propuesta, en la que se ha de demostrar que el nivel de desempeño alternativo protege la salud humana y el medio ambiente.

## Aplicabilidad

El presente documento contiene información relativa a los talleres de imprenta y las principales tecnologías de impresión, tales como litografía/offset, grabado/huecograbado, flexografía,

<sup>1</sup> Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

serigrafía y tipografía. La información aquí suministrada no es de aplicación a los sistemas de impresión sin planchas, es decir, a las máquinas para impresión digital a color para tiradas cortas de hasta tamaño DIN A3, ni a los equipos para impresión electrostática, magnética o térmica. El Anexo A contiene una descripción completa de las actividades de este sector industrial. Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria

Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño

Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

Anexo B: Sustancias químicas que pueden estar presentes en actividades de la industria gráfica

## 1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a la industria gráfica que tienen lugar durante la fase operacional, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de los grandes establecimientos industriales durante las etapas de construcción y de desmantelamiento.

### 1.1 Medio ambiente

Los problemas ambientales relacionados con los trabajos de imprenta son fundamentalmente los siguientes:

- Emisiones al aire
- Aguas residuales
- Materiales peligrosos
- Residuos

#### Emisiones

##### *Compuestos orgánicos volátiles (COV)*

Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles liberados al aire constituyen aproximadamente del 98 al 99% de todas las emisiones tóxicas provocadas por la industria gráfica. Surgen más que nada de la evaporación de soluciones de fuente (por ejemplo, isopropanol y etanol) y de limpieza (como solventes orgánicos) utilizadas en talleres de impresión<sup>2</sup>. Asimismo, el barnizado con lacas a base de solventes y el laminado usando adhesivos con solventes pueden generar importantes emisiones

<sup>2</sup> El tolueno, la metil etil cetona (MEK), los xilenos y el 1,1,1-tricloroetano son los productos químicos tóxicos de alta volatilidad más comunes utilizados en este sector. Las grandes rotativas de rotograbado pueden consumir más de 200 toneladas de solvente al año.

de compuestos orgánicos volátiles, también derivados de las operaciones de encuadernación, laminado, recubrimiento y secado, así como de la limpieza, el almacenamiento y la mezcla de tintas, y las pruebas de prensa. Puede haber emisiones de COV (alcoholes) durante la preparación de planchas en los procesos de impresión tipográfica y offset, así como a partir del uso de percloroetileno para el lavado de las planchas de fotopolímeros en flexografía, de la operación de limpieza de mallas en serigrafía y de la operación de revelado y secado durante el grabado de los cilindros en el sistema de grabado.

Si bien los procesos de preimpresión/formación de imágenes no generan emisiones importantes de COV, los reveladores y fijadores pueden producir emisiones de compuestos de azufre, ácido acético y amoníaco, además de malos olores, en los procesos heliográficos, particularmente en los más antiguos. En el Anexo B se presenta una lista de sustancias potencialmente tóxicas, entre ellas compuestos orgánicos volátiles, que se utilizan en la industria gráfica.

Las siguientes son algunas de las estrategias recomendadas para la prevención y el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles:

- Seleccionar materiales o procesos que requieran pocos o ningún producto con contenido de COV, por ejemplo:
  - Uso de solventes desengrasantes a base de agua en lugar de solventes clorados para estenciles para serigrafía;
  - Reducción del uso de solventes que contengan benceno, tolueno y otros hidrocarburos aromáticos, así como ácido acético;
  - Uso de tintas al agua, a base de aceites vegetales (por ejemplo, de soja, linaza y colza) y curables mediante luz ultravioleta (UV);
  - Uso de soluciones de fuente y de limpieza con componentes de baja volatilidad (por ejemplo, con un

- contenido de benceno inferior al 0,1%, y de tolueno y xileno inferior al 1%) o de agentes limpiadores a base de aceites vegetales, como sustitutos de los solventes orgánicos, para reducir o reemplazar el uso de isopropanol;
- Uso de agentes limpiadores a base de soluciones de jabón o detergente y aceites vegetales esterificados con alcohol para efectuar operaciones de limpieza sin solventes, donde sea posible. Estos agentes limpiadores deben tener un punto de inflamación mínimo de 100°C, como medida de prevención de incendios;
  - Para la limpieza de las prensas, uso de solventes con puntos de inflamación mínimos de 55°C (por ejemplo, mezclas de hidrocarburos de baja volatilidad, cítricos sin compuestos orgánicos volátiles, aceites vegetales y sus ésteres);
  - Uso del sistema “directo a plancha” (CTP, por sus siglas en inglés) en las etapas de formación de imágenes/preparación de planchas;
  - Reemplazo del diclorometano (cloruro de metileno) en la eliminación de la tinta seca;
  - Uso de lacas al agua y curadas con luz UV;
  - Sustitución de adhesivos a base de solventes por otros con menor contenido de solvente, sistemas de secado mediante luz UV, o adhesivos al agua o *thermofoiling*;
  - Empleo de sistemas de impresión offset sin agua.;
  - Reducción de la profundidad del grabado de la plancha en huecograbado (por ejemplo, mediante la formación directa de imágenes por láser térmico, en lugar de emplear el buril de diamante o el grabado químico con cloruro férrico), cuando las imágenes se pueden imprimir con tintas a base de soja u otros vegetales. El sistema de grabado térmico, sumado a la tecnología de eliminación del cobre electrolítico que controla automáticamente la profundidad de las celdas permite el uso de tintas al agua, y
  - Uso de procedimientos de limpieza a chorro de hielo seco.
- Evitar o minimizar la pérdida de COV mediante modificaciones de los procesos y la recuperación de vapores de solventes; son ejemplos de tales medidas:
    - La adopción de sistemas de lavado automático y sistemas de lavado automático de mantillas;
    - El uso de sistemas de transferencia con bomba para rellenar conductos de tinta en las prensas flexográficas grandes;
    - El uso de circuladores refrigerados para controlar las emisiones de isopropanol de la solución de fuente en litografía;
    - El uso de sistemas de cuchilla *doctor blade* de cámara cerrada o recuperación de COV por medio de carbón activado en flexografía;
    - La implementación de sistemas de recuperación y reciclaje de solventes, incluidos filtros en línea para soluciones de fuente y unidades de destilación para solventes;
    - La instalación de almacenamiento cerrado para todos los solventes y líquidos de limpieza, así como para el residuo de trapos y telas contaminados, y
    - El control de calidad de los contenedores y tambores en los que se almacenen materiales volátiles (por ejemplo, tintas, pinturas y trapos de limpieza con solventes), para asegurarse de que se mantengan cerrados e aislados en un área o recinto ventilado.
  - Implementar, según sea necesario, controles secundarios de las emisiones residuales, tales como:
    - Adsorbentes de carbón activado (no adecuados para tintas a base de cetonas en huecograbado o para instalaciones de huecograbado o flexografía que

utilizan diversas tintas con distintas mezclas de solventes);

- o Uso de quemadores de postcombustión con fijación en caliente u oxidantes térmicos recuperativos/regenerativos (compatibles con la mayoría de las tintas para huecograbado y flexografía, pero con gran consumo de energía);
- o Uso de oxidantes catalíticos/catalíticos regenerativos (adecuados para establecimientos dedicados a la producción de largo plazo de artículos específicos, pero no para determinadas tintas con aditivos solventes clorados), y
- o Incineración de gases de escape si se utilizan lacas a base de solventes.
- Elaborar y ejecutar un plan de gestión de solventes que incluya procedimientos para reducir el uso de solventes mediante:
  - o La verificación del cumplimiento de los límites de emisión, con una cuantificación de las emisiones de solventes de todas las fuentes (incluidos los residuos sólidos, las aguas residuales y las emisiones a la atmósfera);
  - o La identificación de formas de reducción para el futuro, incluido un cronograma de implementación, y
  - o El mantenimiento de registros anuales del consumo y las emisiones de solventes.

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones adicionales sobre la manipulación y el almacenamiento de materiales peligrosos.

### *Otros compuestos tóxicos*

Los baños galvánicos, de cromo y de descromado en la fabricación de cilindros para impresión por grabado pueden emitir algunos compuestos tóxicos como cromo hexavalente, ácido clorhídrico e isocianatos. Las siguientes son algunas de

las estrategias de prevención y control recomendadas para estos tipos de emisiones:

- Instalar separadores deflectores de aerosoles para limitar las emisiones de cromo hexavalente (Cr VI) de los baños de cromo;
- Mantener las concentraciones de ácido clorhídrico al 10% en volumen en los baños de descromado y unir los extremos de los cilindros para evitar la exposición interna a este ácido, y así minimizar sus emisiones;
- Evitar o minimizar las emisiones de isocianatos generados durante los procesos de manipulación, carga y mezcla que incluyan recubrimientos con isocianatos, la manipulación y el almacenamiento de residuos contaminados con isocianatos, y los procesos de impresión/recubrimiento y secado que incluyan recubrimientos con isocianatos. Algunas de las técnicas de prevención y control son las siguientes:
  - o Uso de bombas automáticas para transferir isocianatos líquidos de tambores o contenedores de almacenamiento a contenedores para procesamiento;
  - o Selección y uso de isocianatos que contengan menos isocianatos libres e isocianatos menos volátiles, y
  - o Uso de contenedores cerrados para mezcla y almacenamiento.

### *Material particulado*

Las operaciones de partir, doblar y cortar papel generan partículas (polvo de papel). Las emisiones de polvo de papel a la atmósfera o la exposición de los trabajadores a este polvo se deben evitar o minimizar mediante la aplicación de técnicas de prevención y control adecuadas, entre ellas:

- La reducción o eliminación de emisiones de polvo en origen, mediante:

- o La eliminación del polvo de cartón precortado mediante sistemas de aspiración en la alimentación de la prensa;
- o Instalación de recolectores de polvo incorporados en los equipos que generan polvo (por ejemplo, grandes unidades de doblado/corte o estaciones de sobreimpresión), y
- o Uso de estabilizadores de humedad.
- La recolección de polvo fugitivo de las áreas de procesamiento mediante:
  - o El mantenimiento de presión negativa en lugares determinados (por ejemplo, las áreas de cortado y de prensa);
  - o La instalación de selladores de piso y puertas para ayudar a aislar las áreas de cortado de las de impresión;
  - o La instalación de ventiladores con filtro, y
  - o La eliminación del polvo de los sistemas de recolección y extracción mediante el uso de ciclones y, de ser necesario, filtros absolutos (HEPA) para capturar partículas finas.

### *Subproductos de la combustión*

Los establecimientos de impresión pueden contar con calderas y/ o calentadores de líquidos térmicos a fin de generar calor para determinados procesos, por ejemplo, en flexografía. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de pequeñas emisiones de fuentes de combustión con una capacidad de hasta 50 megavatios térmicos por hora (MWt), incluidas normas de emisión al aire de emisiones de escape.

## **Aguas residuales**

### *Aguas residuales de procesos industriales*

Las fuentes de aguas residuales en la industria gráfica suelen estar relacionadas con el procesamiento de fotografías y planchas. Las operaciones de preimpresión/formación de imágenes con películas fotográficas, que prácticamente cayeron en desuso, incluyen sales fotosensibles, baños ácidos o alcalinos, y otras sustancias químicas utilizadas en la impresión en blanco y negro (por ejemplo, n-hexano, tiosulfato de sodio, amoníaco, hidroquinona, dietanolamina y compuestos de cinc). Las aguas residuales de procesos industriales pueden contener compuestos metálicos (como plata y mercurio) y las soluciones de limpieza pueden contener pigmentos, ácidos y solventes (como tolueno).

Las sustancias químicas ácidas de grabado de planchas que se utilizan en el grabado pueden contener ácido nítrico, percloroetileno y butanol. En estas operaciones, también es posible encontrar compuestos de cobre y cromo, así como etilenglicol, éteres de glicol y metanol.

Los residuos líquidos de preimpresión/formación de imágenes consisten en reveladores, agua de enjuague/lavado y fijadores ya usados, resultantes de los tratamientos para recuperar sustancias químicas, tales como plata. El agua de enjuague de los estenciles de revelado en la impresión por serigrafía contiene acrilatos reactivos, es tóxica para los organismos acuáticos y puede causar efectos nitrificantes. El agua de enjuague utilizada durante la fabricación de cilindros para impresión por grabado puede contener cobre, cromo y níquel, y es ácida. El agua de enjuague generada durante el revelado del recubrimiento de la plancha fotosensible puede contener cantidades limitadas de agentes removedores del recubrimiento, con una demanda química de oxígeno (DQO) de aproximadamente 300 mg/l.

Las estrategias de prevención en materia de aguas residuales deberían consistir en la sustitución de compuestos potencialmente peligrosos y la reducción del volumen de aguas residuales que requiere tratamiento. Las siguientes son algunas de las técnicas recomendadas para minimizar la generación de aguas residuales:

- Reducción de la cantidad de sustancias químicas en los baños químicos utilizando películas fotográficas sin plata y sistemas de procesamiento sin lavado;
- Uso de películas y planchas reveladas con agua;
- Uso de procesos de enjuague contracorriente en lugar de paralelo para reducir la cantidad de agua limpia utilizada;
- Reducción del uso de cromo, plomo y bario en los pigmentos, y uso de recubrimientos alternativos (por ejemplo, recubrimientos electrostáticos/en polvo y pinturas alternativas no tóxicas). Si se requiere la aplicación de cromo, utilizar recuperación por arrastre y reducción o evaporación, o tecnologías de osmosis inversa;
- Utilizar lacas al agua para los procesos de sobreimpresión;
- Utilizar adhesivos solubles en agua para encuadernación o cola con bajo contenido de COV, según sea necesario;
- Adoptar tecnología CTP para preparación de planchas, y
- Maximizar las oportunidades de reciclaje de efluentes tratados.

### *Tratamiento de aguas residuales de procesos*

Debido a que la industria gráfica abarca una gran gama de productos que utilizan diversos procesos, materias primas y sustancias químicas, el tratamiento de aguas residuales puede requerir operaciones específicas para el proceso de fabricación que se utilice y el contaminante de que se trate. Algunas de las técnicas para tratar las aguas residuales de procesos industriales de este sector son: i) el aislamiento y pretratamiento en origen de los flujos de aguas residuales con altas

concentraciones de compuestos no biodegradables, mediante métodos de separación de fases tales como recuperación de solventes, eliminación de aire, oxidación química y adsorción, ii) la reducción de metales pesados mediante precipitación química, coagulación y floculación, recuperación electroquímica, intercambio de iones y otros procedimientos, y iii) la eliminación de aguas residuales en vertederos destinados especialmente para residuos peligrosos. Puede ser necesario efectuar controles técnicos adicionales para i) la eliminación avanzada de metales mediante filtración por membrana u otras tecnologías de tratamiento físico/químico, ii) la eliminación de compuestos orgánicos recalcitrantes y halogenados mediante carbón activado u oxidación química avanzada, iii) la reducción de la toxicidad de los efluentes mediante tecnologías adecuadas (como osmosis inversa, intercambio de iones, carbón activado, etc.), iv) la eliminación de color residual por medio de adsorción u oxidación química y v) la contención y el tratamiento de compuestos orgánicos volátiles eliminados de operaciones de diversas unidades en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se explica la gestión de aguas residuales industriales y se ofrecen ejemplos de enfoques para su tratamiento. Mediante el uso de estas tecnologías y técnicas recomendadas para la gestión de aguas residuales, los establecimientos deberían cumplir con los valores para la descarga de aguas residuales que se indican en el cuadro correspondiente de la Sección 2 del presente documento para la industria gráfica.

### *Consumo de agua y otras corrientes de aguas residuales*

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se dan orientaciones sobre el manejo de aguas residuales no contaminadas procedentes de operaciones de

servicios públicos, aguas pluviales no contaminadas y aguas de alcantarillado. Las corrientes contaminadas deberían desviarse hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales de procesos industriales. Las recomendaciones para reducir el consumo de agua, especialmente en aquellos sitios en que pueda ser un recurso natural escaso, se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

### Gestión de materiales peligrosos

La industria gráfica emplea diversos materiales peligrosos, entre los cuales se encuentran solventes y otras sustancias químicas. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se formulan recomendaciones sobre la gestión de materiales peligrosos, incluso la manipulación, el almacenamiento y el transporte.

### Residuos

Los residuos líquidos de imprenta pueden incluir residuos de tinta (con cinc, cromo, bario, plomo, manganeso, benceno, acetatos de etilo/dibutilo); residuos de fuente y soluciones de limpieza (por ejemplo, solventes orgánicos ya usados, como tricloroetano, cloruro de metileno, tetracloruro de carbono, acetona, metanol); y otros residuos de contenedores y solventes (como tolueno, xileno, éteres de glicol, metil etil cetona y etanol). Las tintas al agua pueden contener biocidas y fotoiniciadores. Los residuos de post impresión pueden incluir cinc, bario y cadmio de residuos de papel, y n-hexano, metanol y 1,1,1-tricloroetano de residuos de contenedores. Entre los residuos sólidos se pueden encontrar residuos de papel y otros sustratos, planchas de impresión gastadas, residuos del grabado de cilindros, trapos, contenedores y envases<sup>3</sup>.

En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la manipulación, el almacenamiento y la eliminación de residuos peligrosos y no

peligrosos. Otras estrategias de gestión de residuos recomendadas para la industria gráfica son:

- La reducción de la generación de residuos peligrosos y no peligrosos mediante:
  - o El uso de sistemas de alimentación de tinta controlados por computadora y máquinas de configuración digital para reducir las cantidades de hojas de imposición;
  - o La recuperación de planchas por fundido y uso preferente de planchas poliméricas de nueva generación;
  - o El uso de planchas de impresión de alto volumen;
  - o El uso de grabado mecánico en lugar de grabado con ácido para cilindros de grabado;
  - o La reutilización de tintas residuales, y
  - o El uso de tintas y solventes ya usados como complemento.

## 1.2 Higiene y seguridad ocupacional

Los riesgos que la construcción y el desmantelamiento de los establecimientos de impresión entrañan para la higiene y la seguridad en el trabajo son similares a los que se producen en la mayoría de las instalaciones industriales; su prevención y control se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Los que surgen durante la fase operativa y son propios de la industria gráfica son principalmente los siguientes:

- Riesgos de origen químico
- Riesgos físicos
- Ruido

<sup>3</sup> La pérdida de papel promedio de los establecimientos gráficos que utilizan papel como sustrato es de aproximadamente el 6%.

## Riesgos de origen químico

Los riesgos laborales de origen químico más comunes de la industria gráfica se relacionan con la potencial exposición tanto a solventes y sus COV asociados como al polvo. En la sección sobre higiene y seguridad ocupacional de las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre prevención y control de los riesgos de origen químico. La siguiente información corresponde expresamente a los establecimientos de impresión.

### *Riesgos de inhalación*

La inhalación de sustancias químicas potencialmente peligrosas se puede producir en cualquier etapa del proceso de impresión en la que se evaporen alcoholes o solventes en el lugar de trabajo o, más específicamente, con la generación de ozono de las lámparas UV con el tratamiento de corona aplicado a las superficies de película plástica. También hay peligro de inhalar los distintos tipos de polvo generados en algunas etapas del proceso de impresión. Las siguientes son algunas de las medidas recomendadas para prevenir y controlar la exposición a la inhalación a COV y ozono<sup>4</sup>:

- Seleccionar materiales menos peligrosos para los procesos, como soluciones de limpieza sin componentes peligrosos. Otras opciones son los limpiadores y materiales de recubrimiento de baja volatilidad (por ejemplo, presión de vapor de COV menor a 10mm Hg a 20°C) y las tintas al agua y a base de aceites vegetales.
- Prevenir la dispersión de COV hacia el área de trabajo mediante la instalación de sistemas de extracción locales con ventilación al exterior, especialmente en los principales puntos de emisión, entre ellos:
  - o Talleres de impresión;

- o Lugares donde se utilizan tintas a base de sodiano;
- o Áreas/procesos con actividades de mezcla de tinta;
- o Áreas/procesos de secado en horno y bastidores de secado, y
- o Procesos de grabado.
- Reducir, contener y extraer el ozono asociado con unidades UV mediante las siguientes técnicas:
  - o Controlar la generación de ozono durante la instalación y puesta en servicio de las unidades UV en la impresión litográfica;
  - o Utilizar unidades UV enfriadas con agua (que pueden generar menos ozono que las enfriadas con aire);
  - o Proteger las unidades de exposición UV para serigrafía con recubrimientos y tintas curadas por UV con cubiertas fijas o trabadas;
  - o Proteger las unidades UV detrás de persianas o cortinas continuas al producir planchas de fotopolímeros, y
  - o Instalar ventilación local para el área cerrada que rodea una lámpara UV convencional enfriada con aire.
- Mantener el horno utilizado para curar tintas por debajo de la presión atmosférica durante el uso, y
- Restringir el acceso al taller de impresión y a las áreas donde se pueden liberar sustancias tóxicas.

### *Riesgos de contacto dérmico*

El uso de materiales peligrosos en la impresión puede entrañar el riesgo de que sustancias peligrosas/corrosivas líquidas o sólidas (por ejemplo, vapores o rocíos) entren en contacto directo con la piel de los trabajadores. La exposición a tales sustancias se puede producir en la fase de preimpresión (por ejemplo, durante los baños ácidos para revelar películas y la corrección manual de planchas para litografía). Otras potenciales fuentes de exposición son el isopropanol de la solución de fuente y los solventes para limpieza de las prensas, las tintas que no son a base de agua y las tintas curadas con

<sup>4</sup> Las disposiciones sobre prevención y control de la exposición al polvo se presentan junto con las recomendaciones sobre manejo de incendios y explosiones originados por el polvo.

UV durante las etapas de impresión y post impresión. Entre las medidas de prevención y control recomendadas en relación con la exposición por contacto dérmico se cuentan las siguientes:

- La adopción de equipos de protección personal adecuados que incluyan monos (overoles), protectores de rostro o gafas, y guantes de la especificación correcta, adecuados para protegerse contra la acción de las sustancias químicas;
- El cambio inmediato de la vestimenta protectora si se contamina con tinta sin curar, y
- La vigilancia de la incidencia de dermatitis u otros indicadores de posible exposición a sustancias químicas por contacto dérmico.

#### *Riesgos de incendio (polvo, polvillo y otros materiales)*

El polvo antiadherente, que se emplea principalmente en prensas offset de alimentación de hoja, es un polvo muy fino no tóxico emitido por el rodillo final<sup>5</sup>. Este polvo contiene almidón de maíz, carbonato de calcio y tripolita. Se puede asentar sobre superficies expuestas del taller de impresión y se clasifica como un polvillo inerte con potencial de explosión. Asimismo, representa un posible riesgo para la salud.

Algunas de las técnicas de prevención y control del polvo antiadherente consisten en:

- Mantener o modificar las unidades de rociado para reducir la cantidad de polvo utilizada, y
- Usar ventilación local, seguida del control con filtros de bolsa.

El desprendimiento y la explosión del polvillo acumulado representan un peligro de seguridad considerable en la industria

gráfica. Se puede producir la ignición de pequeñas nubes de polvo de papel y ocasionar el desprendimiento y la explosión del polvillo acumulado<sup>6</sup>. En las grandes unidades de doblado y corte, el polvo se puede acumular en superficies horizontales, lo que resulta especialmente peligroso en caso de incendio. Algunas de las medidas de prevención y control de los peligros de explosión relacionados con el polvo son las siguientes:

- Controlar la acumulación de polvo en superficies horizontales y eliminarlo mediante técnicas de limpieza y aspiración que eviten el uso de sistemas de soplado y aire comprimido;
- Mejorar la ventilación y limitar la dispersión de COV o polvo por las distintas áreas del establecimiento;
- Instalar filtros para polvo, y
- Instalar equipos, cableado y accesorios a prueba de polvo y explosiones en áreas con alto peligro de explosión.

Las sustancias tales como tintas, productos químicos, papel, cartón, plástico y otros sustratos imprimibles pueden ser peligrosas (por ejemplo, debido a la generación de humos tóxicos y posibles explosiones) en caso de incendio. Las principales causas de incendio en los talleres de impresión son el calor de fricción, la electricidad estática y las chispas. Algunas de las medidas de prevención y control recomendadas consisten en:

- Instalar equipos de limpieza antiestáticos;
- Poner a tierra todas las prensas para evitar la electricidad estática entre la bobina y los rodillos de la prensa;
- Suministrar contenedores ignífugos para los trapos limpiadores contaminados;

<sup>5</sup> La técnica con tinta con secado UV en la impresión offset no requiere el uso de polvo antiadherente.

<sup>6</sup> Normalmente los límites inferiores de explosión (LEL) del polvo son de 50-100 g/m<sup>3</sup>, y los límites superiores (UEL), de 2-3 kg/m<sup>3</sup>.

- Mantener cantidades mínimas de sustancias inflamables en los talleres de impresión y utilizar cubos ignífugos para almacenar tinta y solventes;
  - Instalar equipos de protección contra incendios en los talleres de impresión, incluidos sistemas de extinción, como detectores y rociadores, además de sistemas de supresión;
  - Evitar almacenar grandes existencias de materiales inflamables y, de ser necesario, instalar un almacén a prueba de incendio fuera del edificio principal;
  - Utilizar muros cortafuegos para separar las líneas de producción con grandes cantidades de solventes (por ejemplo, huecograbado), y
  - Destinar un recinto resistente al fuego (por ejemplo, con una resistencia al fuego de 30 minutos) exclusivamente al mezclado o la dilución de tintas, y equiparlo con sistemas de extinción de incendios adecuados.
- Instalación de equipos de doblado, encuadernación y corte con dispositivos de seguridad completos (por ejemplo, de bloqueo, fotoeléctricos, guillotinas que se operan con las dos manos) o modificación de los equipos existentes para dotarlos de dispositivos de seguridad adecuados;
  - Instalación de máquinas modernas o modificación de las existentes con mecanismos de "inch-stop-lock-clean" (avance, detención bloqueo, limpieza), "inch-stop-clean" (avance, detención, limpieza), "hold-to-run / slow crawl" (presionar para avanzar/ marcha lenta), y dispositivos de advertencia sonora antes del encendido, botones de detención de emergencia e interruptores de bloqueo;
  - Instalación de sistemas de lavado automático, e
  - Implementación de procedimientos por escrito para evitar la inserción de las manos en las partes móviles de las imprentas u otros equipos durante la operación.

## Riesgos físicos

Los riesgos físicos en la industria gráfica se suelen relacionar con la posibilidad de lesiones graves en manos y brazos, incluso amputaciones, durante el uso de máquinas de doblado, encuadernación y corte (como guillotinas, cuchillas para papel y cortadores de alambre) y durante la operación y el mantenimiento de imprentas. Otros peligros más frecuentes, pero habitualmente menos serios, son cortes en las extremidades y distensiones por levantar o manipular materiales impresos, además de resbalones y caídas en superficies resbaladizas.

Además de las medidas de prevención y control de los riesgos físicos mencionadas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, incluidas las recomendaciones sobre seguridad relativas a la maquinaria, se deberían implementar las siguientes medidas específicas para la industria gráfica:

## Ruido

Las máquinas de la industria gráfica, incluidos los sistemas de ventilación, pueden producir ruido en forma continua o intermitente. Además de las estrategias de prevención y control del ruido mencionadas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, a continuación se consignan otras específicas para la industria gráfica:

- Instalación de cortinas de tiras de PVC superpuestas (que pueden reducir el ruido en 10 dB[A]) y/o puertas con cierre automático;
- Cerramiento de las partes de las máquinas de procesamiento con gabinetes acústicos en los talleres de impresión, y
- Uso de materiales fonoabsorbentes en paredes y techos.

### 1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Las consecuencias que la construcción, la operación y el desmantelamiento de los establecimientos de impresión pueden acarrear para la higiene y seguridad en la comunidad son comunes a la mayoría de los establecimientos industriales, y se explican en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

## 2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

### 2.1 Medio ambiente

#### Guía sobre emisiones y efluentes

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las guías sobre emisiones y efluentes para la industria gráfica. Las cantidades correspondientes a las emisiones y efluentes de los procesos industriales en este sector son indicativas de las prácticas internacionales recomendadas para la industria, reflejadas en las normas correspondientes de los países que cuentan con marcos normativos reconocidos. Dichas cantidades pueden alcanzarse en condiciones normales de funcionamiento de instalaciones adecuadamente diseñadas y utilizadas mediante la aplicación de las técnicas de prevención y control de la contaminación que se han analizado en las secciones anteriores de este documento.

Las guías sobre emisiones son aplicables a las emisiones procedentes de la combustión. Las guías sobre emisiones procedentes de la combustión relacionadas con centrales de generación de vapor y energía a partir de fuentes con una capacidad igual o inferior a 50 MW se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, y las guías sobre emisiones procedentes de centrales de mayor capacidad se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para centrales térmicas**. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación acerca de consideraciones ambientales basadas en la carga total de emisiones.

Las guías sobre efluentes se aplican a los vertidos directos de efluentes tratados a aguas superficiales de uso general. Los niveles de vertido específicos del emplazamiento pueden establecerse basándose en la disponibilidad y condiciones de los sistemas de tratamiento y recolección de aguas de

alcantarillado público o, si se vierten directamente a las aguas superficiales, basándose en la clasificación del uso del agua receptora que se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Estos niveles se deben lograr, sin dilución, al menos el 95% del tiempo que opera la planta o unidad, calculado como proporción de las horas de operación anuales. El incumplimiento de estos niveles debido a las condiciones de determinados proyectos locales se debe justificar en la evaluación ambiental correspondiente.

**Cuadro 1. Niveles de emisión al aire para la industria gráfica**

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
COV	mg/Nm <sup>3</sup>	100 <sup>a,b</sup>
		20 <sup>a,c</sup>
		75 <sup>a,d</sup>
		100 <sup>a,e</sup>
Partículas	mg/Nm <sup>3</sup>	50 <sup>f</sup>
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	100 - 500 <sup>g</sup>
Isocianatos	mg/Nm <sup>3</sup>	0,1 <sup>h</sup>

NOTAS:

<sup>a</sup> Calculado como carbono total

<sup>b</sup> Impresión offset de bobina con secado por calor con consumo de solventes de 15-25 toneladas/ año.

<sup>c</sup> Impresión offset de bobina con secado por calor con consumo de solventes de >25 toneladas/ año.

<sup>d</sup> Hecograbado de publicaciones con consumo de solventes de >25 toneladas/ año.

<sup>e</sup> Otras unidades de laminado, barnizado o impresión por hecograbado, flexografía o serigrafía (consumo de solventes de >15 toneladas/ año), serigrafía sobre textiles/ cartón (consumo de solventes de >30 toneladas/ año)

<sup>f</sup> Valor medio en 30 minutos de fuentes contenidas. De todos los procesos/ actividades.

<sup>g</sup> Valor medio en 30 minutos de fuentes contenidas. De turbinas, motores replicantes o calderas utilizados como equipos para reducción de COV.

<sup>h</sup> Valor medio en 30 minutos de fuentes contenidas, excluidas las partículas, y expresado como isocianatos. De todos los procesos/ actividades con isocianatos.

**Cuadro 2. Niveles de efluentes para la industria gráfica**

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
pH	--	6-9
DQO	mg/L	150
DBO <sub>5</sub>	mg/L	30
Total de fósforo	mg/L	2
Total de sólidos en suspensión	mg/L	50
Aceite y grasa	mg/L	10
Aluminio	mg/L	3
Cadmio	mg/L	0,1
Cromo Hexavalente	mg/L	0,1
Total		0,5
Cobre	mg/L	0,5
Hierro	mg/L	3
Plomo	mg/L	1
Plata	mg/L	0,5
Cinc	mg/L	0,5
Cianuro	mg/L	0,2
Compuestos organohalogenados adsorbibles (AOX)	mg/L	1
Toxicidad	A determinar en cada caso	
Aumento de temperatura	°C	<3 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Al borde de una zona de mezcla científicamente establecida que toma en cuenta la calidad del agua ambiente, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación.

### Uso de recursos y generación de residuos

En el Cuadro 3 se ofrecen ejemplos de indicadores de consumo de energía, agua y materias primas, y de la generación de residuos. Los valores de referencia de la industria se consignan únicamente con fines comparativos, y cada proyecto debería tener como objetivo lograr mejoras continuas en estas áreas.

**Cuadro 3. Uso de recursos y generación de residuos<sup>a</sup>**

Insumos por unidad de producto	Unidad	Valor de referencia de la industria
<b>Energía</b>		
Consumo de energía	MWh/ton	0,52-0,77 <sup>b</sup>
<b>Agua</b>		
Consumo de agua por papel utilizado	m <sup>3</sup> /ton	0,62-2,09 <sup>c</sup>
<b>Materiales</b>		
Consumo total de carros de impresión.	kg/ton	1.110-1.370
Materiales no renovables (películas, planchas, aceite mineral en la tinta de impresión, tinta UV y plásticos).	kg/ton	0,50-11
Materiales peligrosos	kg/ton	0-1,2
Residuos por unidad de producto	Unidad	Valor de referencia de la industria
<b>Emisiones</b>		
Emisiones de COV	kg/ton	0,17-0,69

**Notas:**

<sup>a</sup> Datos de la industria gráfica comercial de Suecia, 1998-2000, salvo indicación en contrario. Fuente: Enroth (2001)

<sup>b</sup> Incluye estadísticas de Finlandia, 130 empresas gráficas, año 2000. Fuente: O.Ö. Energiesparverband (2003)

<sup>c</sup> Datos de 130 empresas gráficas de Finlandia, año 2000. Valor inferior de impresoras con secado por calor y valor superior de impresoras de alimentación de hoja. Las imprentas con fijación en frío presentan valores intermedios. Fuente: O.Ö. Energiesparverband (2003)

### Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto.

La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos capacitados, quienes

deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

## 2.2 Higiene y seguridad ocupacional

### Guías sobre higiene y seguridad ocupacional

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre la materia que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)<sup>7</sup>, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)<sup>8</sup>, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)<sup>9</sup>, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea<sup>10</sup> u otras fuentes similares.

### Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte.

Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)<sup>11</sup>.

### Seguimiento de la higiene y la seguridad ocupacional

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados<sup>12</sup> como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

<sup>7</sup> Disponibles en: <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>.

<sup>8</sup> Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

<sup>9</sup> Disponibles en: [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992).

<sup>10</sup> Disponibles en: [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oell/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oell/).

<sup>11</sup> Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

<sup>12</sup> Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

### 3.0 Referencias y fuentes adicionales

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA), Office of Compliance Oficina de Cumplimiento. 1995. Sector Notebook Project. Profile of the Printing and Publishing Industry. EPA/310-R-95-014. Washington, D.C., EE.UU.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1994. Federal Environmental Regulations Potentially Affecting the Commercial Printing Industry. EPA 744B-94-001. Washington, D.C., EE.UU.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 2000. Emergency Planning and Community Right-To-Know Act Section 313 Reporting Guidance for the Printing, Publishing, and Packaging Industry. EPA 745-B-00-005. Washington, D.C., EE.UU.

Australian Environment Business Network and Printing Industries Association. 2003. Waste Reduction in the Printing Industry. Project Report. Australia.

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, No. 152. Norme in Materia Ambientale. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, No. 96/L. 14 de abril de 2006. Roma, Italia.

Directiva del Consejo de la Unión Europea 1999/13/CE, de 11 de marzo de 1999, relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones. Bruselas, Bélgica.

Enroth, M. 2001. Licentiate Thesis. Tools for Eco-efficiency in the Printing Industry. Royal Institute of Technology. Estocolmo, Suecia.

Environment Australia. 1998. Emissions Estimation Technique Manual for Printing, Publishing, and Packaging. National Pollutant Inventory. Canberra, Australia.

Health and Safety Commission, Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido (HSE) 2000. UK Printing Solvent Substitution Scheme. Londres, Reino Unido.

HSE. 2005. Table 1, List of Approved Workplace Exposure Limits. EH40/2005 Workplace Exposure Limits. Londres, Reino Unido.

HSE. 2000. Control of Chemicals in Printing: COSHH Essentials for Printers. Norwich, Reino Unido.

HSE. 2000. Printing Information Sheet No. 1. Safe Systems of Work for Cleaning Sheet-fed Offset Lithographic Printing Presses. Londres, Reino Unido.

HSE. 2000. Printing Information Sheet No. 2. Safe Systems of Work for Cleaning Web-fed Offset Lithographic Printing Presses. Londres, Reino Unido.

HSE. 2000. Printing Information Sheet No. 3. Safe Systems of Work for Cleaning Flexographic, Rotary Letterpress and Gravure Printing Presses. Londres, Reino Unido.

HSE. Risk Assessment Section of the Health and Safety Laboratory (HSL). 2005. Accident Analysis in the Printing Industries. Londres, Reino Unido.

IMPEL Network. 2000. Good Practice Fact Sheet – Printers. European Union Network for the Implementation and Enforcement of the Environmental Law. Bruselas, Bélgica.

Japan International Center for Occupational Safety and Health (JICOSH). 2001–2002. Accident Frequency Rates and Severity Rates by Industry. Tokio, Japón.

Ministerio Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear. 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance - AbwV) del 17 de junio de 2004. Berlín, Alemania.

O.Ö. Energiesparverband. 2003. Report on Overview of Benchmarking in Europe Including Best Practice in Benchmarking. European Commission (Directorate-General for Energy and Transport). Contract no. NNE5/2002/52: OPET CHP/DH Cluster. Linz, Austria.

Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos (BLS). Occupational Injuries and Illnesses: Industry Data. Disponible en <http://www.bls.gov>

Printers' National Environmental Assistance Center (PNEAC). Paper Dust Regulations and Fire Safety. Disponible en <http://www.pneac.org/listserv/printreg/0286.html>

Printing Industries Association of Australia (PIAA). 2004. Environmental Management Manual. Auburn, Australia.

UK Secretary of State, Welsh Assembly Government, and Scottish Ministers. 2004. Secretary of State's Guidance for Printing. Process Guidance Note 6/16(04). Londres, Reino Unido.

Secretario de Estado del Reino Unido, Gobierno de la Asamblea Galesa y Ministros de Escocia. 2004. Secretary of State's Guidance for Printing of Flexible Packaging. Process Guidance Note 6/17(04). Londres, Reino Unido.

UK Secretary of State, Welsh Assembly Government, and Scottish Ministers. 2004. Secretary of State's Guidance for Paper Coating. Process Guidance Note 6/18(04). Londres, Reino Unido.

## Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

La mayoría de las empresas gráficas son establecimientos pequeños (menos de 5 personas) y medianos (menos de 20 personas) que atienden a un mercado local o regional. Habitualmente se encuentran en entornos urbanos, centros comerciales o parques industriales. Los establecimientos gráficos medianos suelen estar ubicados cerca de talleres de encuadernación y post impresión, y servicios de transporte, a fin de reducir los costos conexos. Los establecimientos gráficos grandes suelen contar con producción flexográfica o de grabado, y atienden a mercados nacionales o internacionales.

Las principales materias primas empleadas por la industria gráfica incluyen papel y cartón recubierto y no recubierto así como otros sustratos imprimibles (por ejemplo, plásticos, metales, vidrio, madera y otros), sustancias químicas, planchas, tintas, cartuchos de tóner, lacas, colas, adhesivos, grampas, anillados, alambres y otros artículos para encuadernación. El uso de películas fotográficas, antiguamente uno de los materiales más importantes en los procesos de preimpresión/formación de imágenes, están disminuyendo rápidamente.

### Preimpresión/formación de imágenes

La preimpresión/formación de imágenes es el proceso empleado para producir una imagen, habitualmente por medio de dispositivos electrónicos y software, de lo que se va a imprimir. Los flujos de trabajo de la formación de imágenes moderna consisten en la verificación con pruebas de color, la transmisión de archivos de imagen al procesamiento automático de planchas, la transmisión final de datos al preparador automático de planchas láser, y la transmisión de las planchas y archivos de control de tinta automático a la prensa.

El procesamiento tradicional de planchas utiliza películas fotográficas (actualmente casi en desuso), que se revelan, fijan y enjuagan. Las pruebas de color se hacen antes de las

planchas, y estas se preparan antes de imprimir. Algunas de las materias primas empleadas en los procesos de preimpresión y formación de imágenes son cinc, aluminio, plástico, papel, cilindros enchapados en cobre, moldes flexibles de goma o plástico, malla porosa de poliéster y películas (materiales no peligrosos), además de ácidos, solventes y fijadores (materiales peligrosos).

### Prensa

Según el tipo de plancha utilizada, la tecnología de impresión se puede clasificar en las siguientes categorías: i) litografía/impresión offset; ii) grabado/ huecograbado; iii) flexografía; iv) serigrafía, y v) tipografía. Las tecnologías directo a plancha (CTP) han reemplazado parcialmente a la preparación tradicional de planchas en todos los sectores. Algunas de las materias primas empleadas en los procesos de impresión son diversas superficies imprimibles (como papel, textiles, plásticos y metales), además de tintas, solventes para limpieza y soluciones a base de agua o solventes.

### *Litografía/Impresión offset*

La impresión offset utiliza planchas planográficas y tintas litográficas a base de aceite. Una mantilla de goma transfiere la imagen de la plancha al sustrato, y las áreas con y sin imagen se encuentran en el mismo plano. La plancha (comúnmente hecha de cinc, aluminio, plástico o papel) se recubre con una sustancia química fotosensible que se vuelve receptiva a la tinta al exponerse a la luz. El negativo se expone a la luz, lo que altera químicamente las áreas expuestas y permite que el área de la imagen se pueda humedecer con tinta (y repela el agua), mientras que las áreas sin imagen se pueden humedecer con agua (y repelen químicamente la tinta). Una solución acuosa de isopropanol (por lo general 15% de alcohol, pero potencialmente hasta el 30%), llamada solución de fuente o humectante, se utiliza para humedecer el área sin imagen de la

plancha. Cada vez son más utilizadas las soluciones de fuente que contienen menos compuestos orgánicos volátiles (COV) o los sustitutos del alcohol, especialmente en la industria de los diarios. Para limpiar la prensa y otras partes, en la impresión offset se necesitan soluciones de limpieza, que solían ser a base de solventes, aunque últimamente se desarrollaron soluciones de limpieza sin solventes o con menor cantidad de ellos, que ya están a la venta. En general, los principales productos de la litografía son libros, folletos, trabajos artísticos y revistas, así como envases. El proceso litográfico incluye las siguientes opciones:

- La impresión offset de alimentación de hoja, en la que el sustrato se alimenta de una hoja por vez, y se emplea principalmente para imprimir libros, folletos, trabajos artísticos, revistas y catálogos. Es adecuada para tiradas de alta calidad de 1.000 a 100.000 copias con una velocidad mecánica de hasta 15.000 revoluciones/hora.
- La impresión offset de bobina con secado en frío, en la que el papel se imprime de un rodillo, se emplea más que nada para diarios y formularios comerciales.
- La impresión offset de bobina con secado por calor se suele utilizar para imprimir revistas y catálogos de calidad. Los dos tipos de impresión offset de bobina son adecuados para tiradas de calidad media y alta, de 20.000 a 1 millón de copias, con una velocidad mecánica de hasta 100.000 revoluciones/hora.

### *Impresión por grabado/huecograbado*

El grabado/ huecograbado es un proceso de impresión en el que una imagen se graba con ácido o, más comúnmente, se talla electromecánicamente en una superficie cilíndrica. Por lo general funciona con prensas de alimentación de bobina y utiliza cilindros enchapados en cobre. Se utilizan tintas a base de solventes o de agua. Las tintas habitualmente son líquidas y

se aplican al cilindro, y el exceso se raspa con una cuchilla *doctor blade*. Se usan secadores de aire caliente para secar las tintas y los solventes. Esta tecnología se suele utilizar para impresiones de calidad media, como catálogos y revistas de gran circulación, suplementos de diarios, elementos para envasado y papel tapiz. El proceso de grabado/huecograbado es apropiado para tiradas de 300.000 a 5 millones de copias con una velocidad de 55.000 copias/hora.

### *Impresión por flexografía*

La impresión por flexografía es de alimentación de hoja o, más frecuentemente, de alimentación de bobina, y emplea planchas flexibles expuestas que se procesan en un baño ácido donde las imágenes en relieve entran en contacto con el sustrato durante la impresión. Las planchas se pueden usar directamente para tipografía o para moldear una matriz flexible de caucho o plástico. Generalmente se usan tintas a base de alcohol. La flexografía se utiliza para tiradas multicolores medianas o largas sobre diversos sustratos, como papel pesado, cartón, papel metálico y película de plástico. El sustrato se alimenta en la prensa desde un rodillo y recorre una serie de etapas, cada una de las cuales imprime un solo color. Los secadores superiores secan las tintas, y un túnel superior final, cerca de la estación de rebobinado, elimina los solventes. El uso de tintas específicas permite aplicaciones sobre sustratos no absorbentes impermeables (como plásticos, películas y superficies metálicas) y sobre sustratos compresibles absorbentes (como papel y cartón). La flexografía se usa para imprimir envases flexibles, envases de cartón, bolsas multicapa, cajas de alimentos, vasos y platos de papel, y envolturas para regalo. Es adecuada para tiradas de 10.000 a 150.000 copias, con una velocidad de la máquina de 100 metros/minuto.

### *Impresión por serigrafía*

La tecnología de impresión por serigrafía emplea una malla porosa de poliéster con un esténcil que define la imagen a

imprimir. Las tintas utilizadas dependen del sustrato en el que se va a imprimir (por ejemplo, textiles, plásticos, metales o papel). Pueden ser a base de solventes, a base de agua y curadas con UV. La tecnología CTP se puede emplear en establecimientos medianos y grandes.

### *Impresión por tipografía*

La impresión por tipografía es una tecnología más antigua, que en la actualidad se suele reemplazar por tecnologías de litografía o flexografía. De manera similar a esta última, emplea planchas de metal o plástico en relieve (planchas de impresión por relieve). En tipografía se usan tintas a base de solventes (aproximadamente 40% por volumen) viscosas de secado por calor, similares a las de litografía. Esta técnica se usa principalmente para tiradas cortas de libros, tarjetas personales y papel de carta.

## **Post impresión/acabado**

### *Recubrimiento*

El recubrimiento se utiliza para productos que necesitan brillo o protección especiales. Los sustratos impresos se barnizan mediante recorridos de sobreimpresión que aplican barniz y otros recorridos bajo rodillos especiales de recubrimiento. Se pueden utilizar lacas a base de solventes, a base de agua y curadas con UV.

### *Laminado*

Los productos impresos, habitualmente para aplicaciones de envasado, se pueden laminar mediante los siguientes métodos:

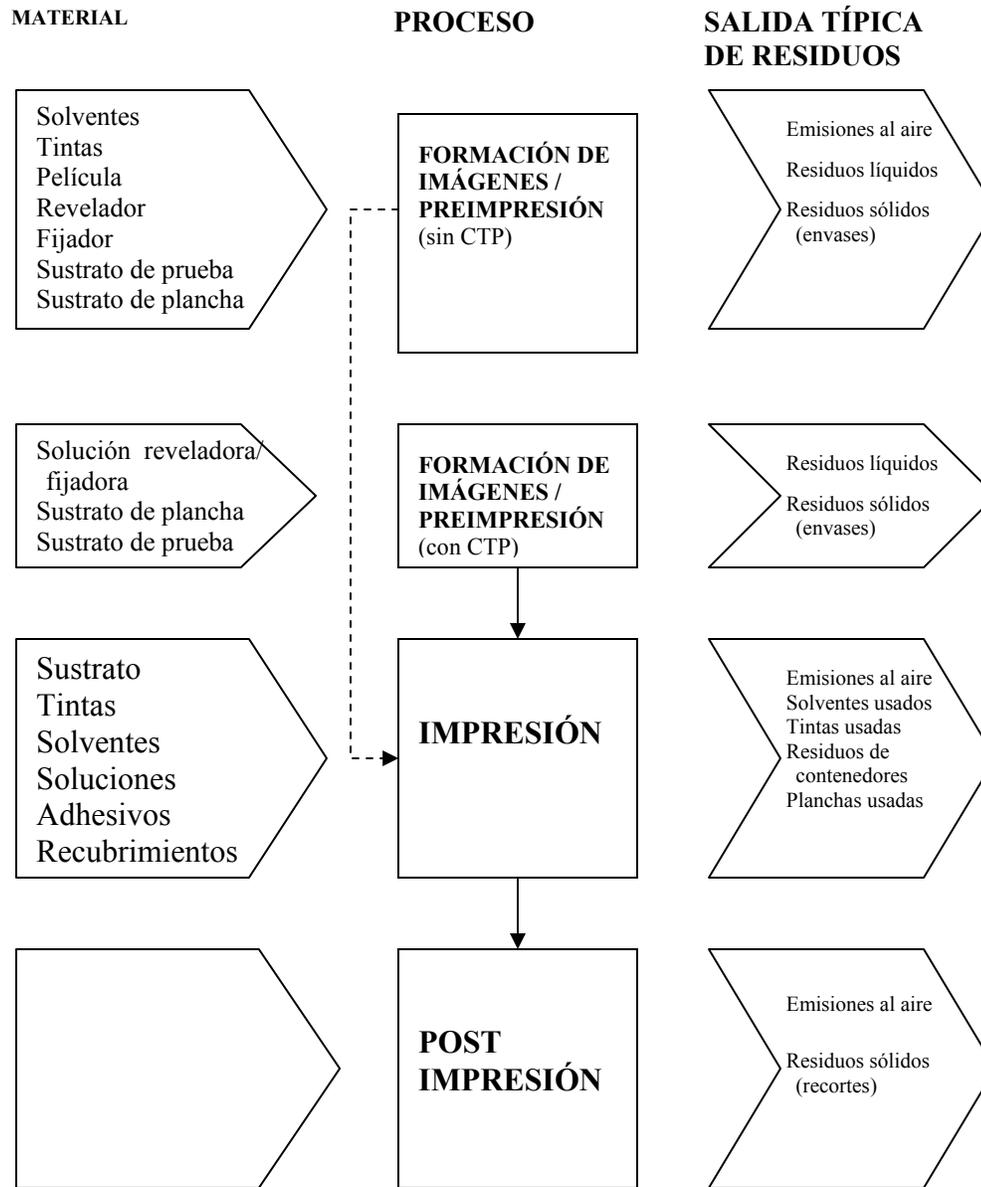
- Sistemas a base de solventes, donde una película delgada recubierta de plástico acoplada al producto impreso pasa por un horno antes de la prensa;

- Sistemas a base de agua, donde un recubridor dosificador aplica una emulsión polimérica a la película que luego pasa por un dispositivo infrarrojo;
- *Thermofoil* (lámina prensada sobre el producto impreso a alta temperatura);
- Mezcla de uretano (que reacciona para crear una lámina), y
- La producción se suele completar con pasos de corte, doblado y perforación.

### *Encuadernación*

De acuerdo con el tipo y el espesor de los productos, para encuadernar se puede emplear una gran variedad de adhesivos (por ejemplo, cola en caliente, de poliuretano y a base de agua), así como distintos tipos de artículos plásticos o metálicos para encuadernación (por ejemplo, grampas metálicas, anillos plásticos o metálicos, y alambres).

Gráfico A.1: Entrada de materiales y salida típica de residuos en la industria gráfica



Fuente: Modificado de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2000)

## Anexo B. Sustancias químicas que pueden estar presentes en actividades de la industria gráfica

### Tintas y recubrimientos a base de agua:

Amoniaco, cinc.

### Tintas a base de agua y solventes:

Etilbenceno, etilenglicol, éteres de glicol, diisocianatos de tolueno

### Tintas y recubrimientos a base de solventes:

Hexano, metil etil cetona (MEK), metanol, óxido de propileno, xilenos, metil isobutil cetona (MIBK), isopropanol, acetato de etilo, etanol, acetato de propilo, butanol, 2-butoxietanol, acetona.

### Pigmentos:

Bario, cadmio, cromo, cobre, cromato de plomo, manganeso, cinc.

### Solventes de tinta:

Alcohol n-butílico, isoforona.

### Catalizadores de tinta o retardantes para secado:

Manganeso, metilcloroformo-1,1,1, tricloretano, xilenos.

### Componentes en solventes de limpieza:

Benceno, cumeno, ciclohexano, etilbenceno, hexano, metilcloroformo-1,1,1, tricloretano, metil etil cetona, cloruro de metileno, naftaleno, tolueno, xilenos, 1,2,4 trimetilbenceno, isopropanol.

### Componentes en aditivo de solución de fuente de solventes de limpieza:

Dietilenglicol, etilenglicol, éteres de glicol, ácido fosfórico.

### Componentes de la solución de baño de cobre:

Etilenglicol, cloruro de metileno

### Adhesivos/ adhesivos en rocío:

Ciclohexano, hexano, metilcloroformo-1,1,1, tricloretano, acetato de vinilo, isopropanol

### Plastificante en tintas y recubrimientos:

Dibutilftalato

### Revelado de película:

Dietanolamina, formaldehído, hidroquinona, fenol.

### Revelador de planchas:

Percloroetileno, fenol.

### Limpiador de película:

Hexano, cloruro de metileno.

### Limpiadores/ ácidos para grabado:

Ácido nítrico, ácido fosfórico, percloroetileno.

### Lavado de mantilla/ rodillo:

Cumeno, etilbenceno, naftaleno, metanol, metilcloroformo-1,1,1-tricloretano, cloruro de metileno, tolueno, xilenos.

### FUENTE:

Environment Australia 1998.

Secretario de Estado del Reino Unido, Gobierno de la Asamblea Galesa y Ministros de Escocia. 2004. Secretary of State's Guidance for Printing. Process Guidance Note 6/16(04).

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Oficina de Cumplimiento. 1995.