

Evaluación ambiental en el proceso de aplicación de tintas litográficas en la Empresa Grupo Korien.

ENVIRONMENTAL ASSESMENT OF THE APPLICATION PROCESS OF LITHOGRAPHIC INKS AT THE KORION GROUP ENTERPRICE

Lizet Jessica Castro Peláez*

RECIBIDO: 20/03/2013– APROBADO: 10/10/2013

RESUMEN

Los disolventes y las tintas son los productos químicos que se usan con mayor frecuencia en el sector de Artes gráficas, dado que alguno de estos productos pueden ser sumamente peligrosos hacia el medio ambiente y también hacia la salud inclusive pueden ser mortales cuando se utilizan sin las precauciones adecuadas. El conocimiento previo de los riesgos que conlleva a su utilización, así como un sistema eficaz de seguridad y salud constituyen la mejor prevención y protección de los trabajadores frente a estos riesgos.

Esta investigación pretende dar a conocer cuáles son los agentes contaminantes que producen este tipo de contaminación, dando valores reales de lo que sucede en una planta durante la aplicación de las tintas offset durante el proceso de impresión. Como son los análisis de compuestos volátiles, análisis de agua y residuos sólidos. A su vez esta investigación comprende capítulos donde se revisa desde conceptos de tintas, continuando con análisis de tipos de contaminaciones originadas por este rubro. Luego se puede apreciar los valores arrojados por los análisis de emisiones atmosféricas como son los COVs (componentes volátiles), luego efluentes líquidos y residuos sólidos (en este caso, la empresa no lleva un control), finalmente se concluye interpretando algunos resultados dando las recomendaciones necesarias.

Palabras clave: tintas, solventes, tintas litográficas offset, evaluación ambiental.

ABSTRACT

Solvents and inks are chemical products more often used in the graphic arts industry. Some of these products can be extremely dangerous to the environment and human health. They can even cause death if used with no appropriate precautions. Prior knowledge of the associated risks while used and an effective safety and health system, are the best preventive protection for workers against these risks.

The objective of this study is both to finding the contaminating products which generate strong pollution and to present real values of what happens during the printing process in a plant for the implementation of offset inks. It is also the purpose of this research to present analysis of volatile compounds, water and solid waste. A review of ink types and analysis of contaminants are also included. It is also possible to know the levels o contaminants in air emission analysis COV (volatile components), and analysis of liquid effluents and solid waste where the company has no control. Some results are explained and recommendations are also given.

Key words: Inks, solvents, lithographic offset inks, environmental assessment

* Ingeniera. Egresada de la Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
E-mail: j_castrop2@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa Grupo Koriente tiene un área de 3000 m² ubicada en el distrito de San Martín de Porres, en la calle B Manzana C lote 12 a la altura del kilómetro 23.5 de la panamericana norte, cuenta con 20 trabajadores. Esta empresa está dividida en 4 subempresas: Korien Industrial S.A, Resindesa, Print Metal S.A, Metal Corona S.A. Estas dos últimas son de nuestro interés, debido a que se realizan impresiones en las hojalatas por ejemplo: las chapas para envases de vidrio (gaseosa, cervezas, etc.), así como impresiones de las pilas Panasonic se realizan con tintas offset litográficas, las cuales son usadas en el mercado de artes gráficas, Durante su proceso y aplicación estas tintas tienen los siguientes componentes: pigmentos (orgánicos o inorgánicos), solventes, barnices y aceites (origen mineral y/o vegetal); es por este motivo que debemos tener en cuenta los siguientes análisis:

El consumo de materias primas no renovable¹, el tipo de aceite utilizado en la fabricación de las tintas puede contener aceites minerales, destilados petrolíferos, aceites vegetales o una mezcla de los dos, así tenemos los aceites de origen mineral tóxicos para la salud humana y el medio ambiente, puesto que al ser expuestas al agua pueden infiltrarse a las aguas subterráneas y los aceites vegetales que utilizan un vehículo fácilmente degradable en la naturaleza y son de soja y linaza, estos se secan por el método de absorción, produciendo así una emisión de componentes volátiles a la atmósfera (COVs).

En Chile se realizó otro estudio realizado por el CENMA (1999), en este documento podemos encontrar una reseña de los impactos ambientales provocados por los residuos generados en este tipo de Industria, a su vez también identifica las medidas de prevención de los posibles potenciales impactos, los métodos de control de la contaminación recomendado, así como los aspectos de seguridad y salud ocupacional.

La generación de los compuestos orgánicos volátiles, produce emanación de solventes, dando lugar a emisiones de hidrocarburos alifáticos, aromáticos y clorados a la atmósfera que pueden ser nocivos para la salud y producir así importantes impactos ambientales y también impactos ocupacionales.

La generación de residuos sólidos peligrosos, tanto en el proceso de la fabricación, proceso, y aplicación de las tintas en la hojalata, debemos tener en cuenta las tintas en exceso y las combinadas, los envases vacíos (fabricación de barnices) y trapos embarrados de solventes usados en la limpieza de máquinas.

Todo esto conlleva a un sin fines de controles entre ellos los evaluados en medición de gases como componentes volátiles (COVs) y efluentes líquidos por ejemplo: cantidad de metales pesados, cantidad de sólidos en suspensión, cantidad de aceites y grasas, pH, etc.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Concepto de tinta

Horacio E. Gonzales, técnico en producción gráfica del área de tintas gráficas, nos da la siguiente definición:

La tinta es un fluido compuesto por un vehículo que transporta pigmentos y aditivos, capaz de mantenerse como tal en un cuerpo impresor y que cambia al estado sólido en contacto con el sustrato.

2.2. Componentes de la tinta

a) **Pigmentos (15 %)**. Es el elemento que le da el color.

b) **Vehículo (75 %)**. Encargado de transportar el pigmento hasta el sustrato, en este elemento es donde están todas las propiedades del secado de la tinta. Entre ellos tenemos:

- Resinas. Encargadas de manejar el balance entre el agua y la tinta, estas resinas pueden ser Fenólicas, Maleicas, Alquídicas e Hidrocarbonadas.)
- Aceites. Ellos manejan el tipo de secado, ellos pueden ser vegetales o minerales.
- Vegetales. Secar por penetración, oxidación y polimerización por ejemplo:
 - Muy secativos. Lino, soja, entre otros
 - No secativos. Ricino (uso en papel carbónico)
 - Minerales. Son menos brillantes y de poca elasticidad

c) **Aditivos (10 %)**. Estos pueden ser:

- Secantes. Catalizador para acelerar el secado, por ejemplo: Cobalto, Manganeso, Zirconio, Calcio entre otros.
- Ceras. Producen una película resistente al rozamiento, por ejemplo: el polietileno.
- Anticapas. se usa como retardador del secado, evitando así el secado en máquina para luego ser absorbido por el sustrato, produciéndose así el secado.

A continuación se describen brevemente los principales sistemas de impresión utilizados para envases y embalajes²:

a. **Offset (prensas planas y rotativas)**: Sistema de impresión indirecto que utiliza como medio principal de reproducción imágenes grabadas en láminas de aluminio, las cuales son entintadas por medio de rodillos para después ser transferidas hacia una mantilla de caucho que finalmente imprimirá ejerciendo presión sobre el papel en pliegos. Hay otro equipo imprime a altas velocidades y es alimentado por papel en rollos o bobinas.

¹ *Manual sobre ecoedición* (2012). p. 24. España

² Guía técnica a inia de envases y embalajes (en línea)
<http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/v02wn/impresoras?opendocument>

- b. **Litografía:** Es un tipo de impresión similar al offset con una impresión menos fina y utilizando tintas de menor poder de entintado.
- c. **Tipográfica:** Sistema de impresión directa sobre papel, donde las imágenes son grabadas en placas de manera invertida, para posteriormente ser entintadas por rodillos tipo hule de forma directa, aplicando cierta presión son transferidas al papel.
- d. **Serigráficas:** Sistema de impresión directa, en el cual se emplea una malla porosa de seda, tejido sintético o metálico, cilíndrico o cónico que se monta en un bastidor plano.
- e. **Flexografía:** Utiliza una plancha con la imagen en relieve hecha de caucho flexible o fotopolímero, que imprime directamente una bobina de soporte, lleva una tinta fluida de rápido secado en la plancha, para imprimir sobre cualquier sustrato (material para impresión) absorbente.
- g. **Huecograbado:** Es un sistema de impresión mediante planchas o cilindros grabados en hueco, la impresión se realiza en máquinas rotativas mediante cilindros. Las tintas que se emplean son líquidas, que secan principalmente por evaporación.

2.3. Tipos de contaminación en el proceso de aplicación de tintas offset-litográficas³

2.3.1. Identificación de las fuentes generadoras de impacto

En este caso los residuos típicos son los restos de residuos de tintas aquellos que pueden contener componentes peligrosos, por ejemplo: solvente contaminados con tintas, trapos usados en limpieza y aceites lubricantes para la maquinaria (observar Tabla N.º 1).

Además tenemos las siguientes fuentes de contaminación para este tipo de industria.

- a. **Emisiones atmosféricas⁴.** Son causadas principalmente por el uso de solventes (vapores) dentro del os cuales consideramos los alcoholes, acetatos, cetonas, solventes orgánicos bastante volátiles, etc. (observar Tabla N.º 2).
- b. **Efluentes líquidos.** Entre ellos tenemos el agua de lavado de la película del barniz, debido a que puede contener restos de productos químicos, aquellos líquidos que intervienen en la preparación de barnices, soluciones de remojo, restos de tintas y barnices offset, el solvente utilizado en el en guaje de los rodillos.
- c. **Residuos industriales sólidos.** Observar Tabla N.º 3.

Grau Ríos⁵ considera como fuente generadora de impacto al ruido y a los olores.

3. Sector de artes gráficas de la Federación de Servicios de la Unión General de Trabajadores (FES-UGT). (2002). *Guía de tintas y disolventes*. España.

4. Stelman Jeanne Mager. (1999). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. vol 2, p. 554, España

5. Grau Ríos Mario y María Grau Sáenz (2006). *Riesgos ambientales en la industria*. España, p. 66.

Tabla N.º 1. Residuos típicos del proceso de aplicación de las tintas.

Etapas	Tipo de residuo
Procesamiento de la imagen	Película expuesta y sobrante Pruebas rechazadas Restos de papel, COVs Químicos de lavado usado Efluentes líquidos Paños sucios Materiales vencidos Envases de productos químicos
Pruebas	Restos de papel Residuos de goma y adhesivos Envases en general
Procesamiento de las placas	Placas dañadas Envases de productos químicos Solvente y agua de lavado COVs
Preimpresión e Impresión	Envases de tintas / Trapos Impresos rechazados Placas usadas y dañadas COVs (solución de fuente, tintas) Aceite usado/ Limpieza, adhesivos Residuos de tintas y solventes
Acabado	COVs

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N.º 2. Residuos típicos en emisiones atmosféricas.

Possible emisión atmosférica	Punto de generación
Solventes para limpieza	Durante su uso o almacenamiento
Barnices	Durante su uso
Solución fuente	Durante su uso
Tinta	Durante su uso o almacenamiento
Soluciones de limpieza (solventes, diluyentes)	Durante su uso o almacenamiento
Aplicación de esmaltes	Durante su uso

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N.º 3. Residuos típicos en residuos industriales sólidos.

Possible residuo peligroso	Tipo de constituyente
Solventes de lavado y no usados	Xileno, benceno, tolueno, tricloroetileno
Paños usados	Benceno, tolueno, TCA (tricoloroacetileno), metales
Soluciones fuentes	Glicoles
Exceso de tintas	Metales pesados
Residuos de barnices, esmaltes	Alcoholes, glicoles, cetonas, compuestos aromáticos, etc.
Residuos de removedor de tintas	Compuestos aromáticos
Envases vacíos de químicos	Residuos corrosivos, inflamables, tóxicos
Possible residuos no peligrosos	Tipo de constituyente
Restos de tinta	Metales pesados
Envases vacíos de químicos	Residuos corrosivos, inflamables, tóxicos

Fuente. Elaboración propia.

2.4. Riesgos y efectos sobre la salud. Tintas y disolventes

Juan Benítez Gonzales⁶ define que los riesgos son derivados de la inhalación de los vapores de los disolventes y de las posibles **afecciones dérmicas** motivadas por los colorantes si es que hubiera en exceso en las tintas.

Los disolventes se introducen en el organismo humano de diferentes formas que pueden ser:

1. **Por inhalación:** Los disolventes generalmente se evaporan rápidamente pasando con mucha facilidad a la atmósfera donde se encuentran. El vapor del disolvente en el aire es respirado y pasa fácilmente a los pulmones (VÍA PULMONAR), de donde pasa a la sangre. Esta es la vía más importante de exposición a los disolventes en el ambiente laboral.
2. **Por contacto con la piel:** Muchos de los disolventes penetran a través de la piel (VÍA CUTÁNEA), debido a la liposolubilidad de los mismos, pasando posteriormente al flujo sanguíneo.
3. **Por ingestión:** Los disolventes pueden ser ingeridos a través de la boca (vía digestiva), por su contacto con las manos, alimentos, bebidas, ropas y cigarrillos contaminados.

2.4.1. Efectos sobre el organismo

Una vez dentro del cuerpo los disolventes son rápidamente distribuidos a través del flujo sanguíneo, depositándose en los tejidos adiposos que envuelven los distintos órganos del cuerpo humano y desde allí se transmiten a los órganos propiamente dichos con efectos tóxicos.

Su introducción en el organismo depende de las características fisicoquímicas del disolvente y de la ventilación pulmonar a la que esté sometido el trabajador durante la exposición, es decir al mayor o menor esfuerzo físico que esté realizando en ese momento, como consecuencia se absorberá más cantidad del disolvente en ejercicio que en reposo y al cesar la exposición del mismo empieza a eliminarse siguiendo el recorrido inverso hasta que sale con el aire expirado.

Otra parte del disolvente sufrirá una serie de transformaciones fundamentalmente en el hígado. Estas "Mb", hb disolvente y pueden eliminarse fácilmente por la orina.

No hay una regla general de biotransformación de los diferentes grupos de disolventes, incluso cada uno tiene un comportamiento individual.

- a. **Vía respiratoria.** Es la vía de penetración de sustancias tóxicas más importante en el medio ambiente de trabajo, ya que respiramos aire y con el aire pueden venir todo tipo de sustancias: sólidos en forma de polvo, líquidos en forma de vapor y gases que se mezclan directamente con el aire.
- b. **Vía dérmica.** Es la vía de penetración de algunas sustancias que son capaces de atravesar la piel; sin poder causar erosiones o alteraciones notables e incorporarse a la sangre, para luego posteriormente ser trasladados por todo el cuerpo. Atraviesan la piel, sin provocar

alteraciones en ella, pasando a la sangre que será la que la distribuye por todo el organismo.

- c. **Vía digestiva.** Una vía de penetración poco corriente ya que las sustancias con las que trabajamos no las ingerimos por la boca, de todas formas hay posibilidad de penetración por vía digestiva cuando se come en el puesto de trabajo, se fuma, se bebe y no se lava las manos antes de comer. Con unas adecuadas prácticas higiénicas personales, debe bastar para evitar esta penetración
- d. **Vía parental.** Se llama parenteral a la entrada de sustancias a través de una herida o llaga preexistente o provocada por un accidente como un pinchazo o un corte. La vía inhalatoria es la más importante en el mundo laboral por lo que, para hacernos una idea de la dosis absorbida por el trabajador, es necesario conocer la concentración del tóxico (cantidad de tóxico que hay en el aire) presente en la atmósfera de trabajo y también durante cuánto tiempo se encuentra el individuo expuesto a la misma. Cuanto mayor sea la concentración ambiental, mayor será la dosis.

2.4.2. Órganos que afectan los disolventes

- a. **El cerebro.** Algunos disolventes pueden perjudicar el sistema nervioso central, gracias a la capacidad que tiene de producir narcosis, por consiguiente, los síntomas del envenenamiento son similares a los registrados en las distintas fases de la anestesia. Pueden comenzar con un dolor de cabeza, mareos, náuseas, falta de apetito, vómitos, cansancio (dormirse en horas de trabajo) de ser crónica aumenta el cansancio, dolores de cabeza, vértigos, etc.

Estos trabajadores sufren cambios de la personalidad, se vuelven más irritables, hiperexcitados, coléricos y tienen frecuente crisis de llanto o depresión.

- b. **Los nervios.** Pueden ser afectados aquellos nervios de brazos, piernas, causando una disminución de la fuerza muscular, entumecimiento y hasta parálisis.
- c. **El corazón.** Alteran el ritmo cardiaco.
- d. **El hígado y los riñones.** El hígado permite convertir los disolventes en sustancias menos tóxicas para el organismo, siendo excretados por orden de los riñones.

La afección hepática puede causar la pérdida del apetito, náuseas, sabor de boca desagradable y trastornos estomacales. La afección renal puede resultar de una exposición aguda o crónica.

- e. **Los ojos.** Muchos disolventes irritan los ojos, causando enrojecimiento de los mismos, pueden llegar a quemar la córnea y nublar el cristalino (catarata).
- f. **La nariz.** La mucosa nasal puede secarse y el olfato deteriorarse o alterarse.
- g. **La boca.** Como el órgano nasal, la mucosa bucal puede researse, puede producir sarro en la lengua, alterar el sentido del gusto y producir mal aliento.
- h. **Los pulmones.** Pueden originar irritación de las mucosas, garganta produciendo tos crónica. También se puede producir bronquitis crónica y enfisema.

6. Benítez Gonzales Juan A. (2000). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: utilización de productos químicos*. España.

- i. **La médula ósea.** El benceno es uno de los disolventes que puede afectar la formación de los glóbulos en la médula ósea, provocando alteraciones de la sangre, como anemia y leucemia.
- j. **La piel.** A menudo algunos disolventes disuelven las propias grasas de la piel, esto puede provocar enrojecimiento o urticaria, casi todos los disolventes pueden ser absorbidos por la piel normal, si ésta estuviese agrietada o con heridas esto facilitaría la absorción de los disolventes.
- k. **Aparato reproductor.** Pueden causar esterilidad, así como malformaciones en el feto.
- l. **El feto.** Puede provocar abortos, muerte prematura, peso insuficiente del recién nacido, malformaciones congénitas, etc.

2.4.3. Tipos de disolventes

Pero si hablamos de los disolventes citaremos algunos ejemplos que podrían tener consecuencias en el cuerpo humano según Harte John⁷, tales como:

- a. **Acetona, aguarrás, alcoholes.** Es irritante en la nariz, garganta, pulmones y ojos. Puede producir dolor de cabeza, mareos, náuseas, cambios en el ciclo de reproducción de las mujeres.
- b. **Acetato de Butilo.** Es un irritante severo del sistema respiratorio, piel y ojos. Los síntomas incluyen dificultad al respirar, dermatitis, narcosis en concentraciones altas. Los efectos son severos si la persona expuesta presenta enfermedades preexistentes en el sistema respiratorio, ojos, piel, riñones o hígado.
- c. **Benceno.** Por inhalación produce mareos, fatiga, dolor de cabeza y confusión. La exposición prolongada produce enfermedades de la sangre, anemia, disfunción de la médula, cáncer, leucemia y cambios en el ciclo de reproducción de las mujeres.
- d. **Ciclohexano.** Puede afectar al inhalarlo, irrita la piel, ojos, nariz y la garganta. La exposición puede causar náusea, mareos, sensación de desvanecimiento y somnolencia; el contacto prolongado con la piel puede ocasionar al área expuesta escamas o grietas. También daña el hígado y el riñón.
- e. **Clorobenceno.** Puede afectar al respirarlo y cuando pasa a través de la piel, al contacto con la piel puede ocasionar salpullido o sensación de ardor. La exposición puede irritar los ojos, la nariz y la garganta. La exposición a una concentración alta puede causar mareos, sensación de la pérdida del sentido y desmayo. La exposición repetida puede dañar los pulmones, el hígado y los riñones.
- f. **Cloruro de Metileno.** Es irritante en la piel, ojos, membranas mucosas, y sistema respiratorio; puede causar mareos, dolor de cabeza, náuseas, deteriorización de la coordinación muscular, dolor en el pecho, angina y daños al sistema nervioso.
- g. **Estireno.** Las altas concentraciones de vapor, desde 200 ppm, irritan el tracto respiratorio, causan dolor de cabeza, confusión, náuseas, narcosis y depresión del sistema nervioso central. Su ingestión produce náuseas, vómito, pérdida del apetito y posiblemente otros síntomas de narcosis.
- h. **Éteres de Glicol.** Es irritantes en los ojos y membranas mucosas. Produce daños al sistema nervioso, son teratógenos y tóxicos para el sistema reproductor de varones y mujeres, aumentan el riesgo de abortos.
- i. **Etilbenceno.** Es irritante en los ojos, piel y sistema respiratorio. Los síntomas incluyen ampollas en la piel, dolor de cabeza, fatiga, narcosis y disminución de la coordinación muscular.
- j. **Hexano.** La exposición aguda produce irritación en ojos, piel, membranas mucosas y sistema respiratorio. La exposición crónica produce vértigo, narcosis, mareos, dolor de cabeza y daños neurológicos.
- k. **Metilacrilato.** Puede afectar al inhalarlo y al pasar a través de la piel. Respirarlo puede irritar la nariz y la garganta, causando tos y respiración con silbido. Irrita los pulmones causando tos o falta de aire. A niveles más altos de exposición puede causar edema pulmonar, con intensa falta de aire. También puede causar alergias en la piel, comenzando con picazón y salpullido. Afecta también el hígado y riñón.
- l. **Metilciclohexano.** Puede afectar al inhalarlo, irrita la nariz y la garganta, produce mareos y sensación de desmayo, a niveles más altos puede causar pérdida de conocimiento y muerte, también afecta el hígado y riñón.
- m. **Metilcloroformo.** Causa dolores de cabeza, mareos y sensación de desmayo, a niveles más altos puede provocar ritmo cardíaco irregular y hasta coma, daña también el hígado y riñón.
- n. **Metiletil cetona.** Es Irritante en la nariz, garganta, piel y ojos. En concentraciones altas puede producir defectos en los fetos y en la muerte.
- o. **N-heptano.** La inhalación de los vapores irritan el tracto respiratorio. Pueden producir mareos leves, aturdimiento, incoordinación muscular, pérdida del apetito y náuseas. A concentraciones mayores pueden producir depresión del sistema nervioso central, narcosis e inconsistencia.
- p. **N-octano.** Inhalarlo produce un efecto narcótico, depresión del sistema nervioso central, dolores de cabeza, náuseas, vértigos, somnolencia y confusión, dificultad al respirar, neumonitis química y edema pulmonar. Los vapores pueden causar irritaciones de las membranas mucosas, nariz y tracto respiratorio; las altas concentraciones pueden causar inconciencia y posibilidad de muerte.
- q. **Percloroetileno.** la exposición a corto plazo afecta el sistema nervioso, ocasionando también pérdida del conocimiento y hasta la muerte, en sí es un carcinógeno, está en el puesto N.º 12 en el informe sobre carcinógenos publicado por el Programa Nacional de Toxicología porque la exposición prolongada puede ocasionar leucemia y cáncer a la piel, el colon, los pul-

7. Harte John. (1995). *Guía de las sustancias contaminantes*. México, p. 309.

mones, la laringe, la vejiga urinaria. También afecta al hígado y riñón, puede causar insuficiencia respiratoria, pérdida de memoria, confusión y si está expuesto a corto plazo, el percloroetileno puede ocasionar acumulación de líquidos en los pulmones, irritación ocular y de las vías respiratorias, sudor, náuseas, vómitos, etc.

- r. **Tetracloruro de carbono.** Puede afectar al inhalarlo, es clasificado también como carcinógeno, estar expuesto ocasiona dolor de cabeza, mareos y sensación de desvanecimiento, que llevan rápidamente a la pérdida de memoria y muerte. Puede provocar también irregularidades en el ritmo cardíaco o paro cardíaco.
- s. **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 producen daños al corazón, coma y muerte.
- t. **Tolueno.** Por inhalación produce mareos, fatiga, dolor de cabeza, confusión, pérdida de memoria, narcosis, deterioración de la habilidad sonora.
- u. **Xileno.** La exposición produce dolor de cabeza, irritación de ojos, piel, nariz y garganta; dificultad en la respiración, dolores estomacales, mareos, confusión y deterioración de coordinación muscular.

III. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1. Análisis físico químico del agua

Entre ellos tenemos:

- a. **Análisis potencial de hidrógeno (pH).** La metodología que se considera es APHA-AWWA-WEF, 4500-H +B 21th edition pH valueelectromedimethod, el procedimiento es el siguiente: Se toma la muestra en un frasco (Pvc.) la cantidad de 1 lt. Según la norma ISO 17025, siendo el límite de detección de 0,1 mg/l.
- b. **Análisis de sólidos totales en suspensión.** La metodología que se usará es el APHA-AWWA-WEF 2540-D, 2005 21St Ed solids: total suspended solidsdried at 103-105 °C; el procedimiento es el siguiente: Se toma la muestra en un frasco plástico la cantidad de 1 lt. El límite de detección es de 1mg/l, se trabajará con la norma ISO 17025.
- c. **Análisis de aceites y grasas.** La metodología que se usará es SGS-ENVIDIV-ME-09:2009. Rev. 01 Determinación de aceites y grasas según EPA method 1664 Rev. A-modificado; el procedimiento es el siguiente:Se toma en un frasco ámbar de boca ancha o normal y se agrega 20 gotas de ácido clorhídrico (HCl) hasta que la muestra tenga un pH menor a 2. El límite de detección es de 0,5 mg/l, según la norma ISO 17025.
- d. **Análisis de metales pesados.** La metodología que se considera será según la norma EPA 2008:1994 Rev. 5.4 Determination of trace elements in water and wastesbyinductivelycoupled plasma–MassSpectrometry; siguiendo la norma ISO 17025; siendo el procedimiento el que se describe a continuación: Se toma en un frasco de ¼ de lt. pvc y se agrega 5 gotas de ácido nítrico (HNO₃) hasta que la muestra tenga un pH menor a 2.

3.2. Análisis de monitoreo de componentes volátiles (COVs)

Se realizará mediante el método del tubo de adsorción según la norma: ASTM D 3687 standardpracticeforanalysis of organicscompoundvaporscollectedbytheactivatetubeadsorptionmethod. (Tubos adsorbentes de carbón activado). Que consiste en el siguiente procedimiento: el aire del ambiente pasa a través del cartucho donde retiene los componentes volátiles. El flujo de aire es de 0.2 l/min por período de horario de trabajo (8) horas se mide con una bomba de succión la cual requiere energía eléctrica, ésta bomba tiene como código ACO, con un burbujeador tipo tubo Orbo. El volumen de solución es por carbón activado. La velocidad de succión de la bomba se mide con un rotámetro (código: OPE 838T) el análisis se realizará en el laboratorio, siendo expresados los resultados en miligramos por metro cúbico (mg/m³).

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Cabe mencionar que los resultados de los análisis físicos químicos son promedios de los valores obtenidos, dando así el valor de pH dentro del rango en la norma peruana (DS 021-2009 vivienda), el valor de los sólidos totales en suspensión y el valor de aceites y grasas son mayores a los de la norma peruana (observar Tabla N.º 4)

Tabla N.º 4. Resultados del análisis físico químico del agua.

Características	Promedio de los valores obtenidos	Normas Chile	Normas España	Normas Perú (*)
pH	9.9	6.5-8.5	6.5-9	6-9
Sólidos totales en suspensión (mg/L)	2 492	300	350	500
Aceites y grasas (mg/L)	475.7	150	200	100

Fuente: Elaboración propia.

(*) Valor máximo admisible de la norma peruana DS 021-2009 vivienda, para aguas residuales no domésticas a sistema de alcantarillado.

Tabla N.º 5. Resultados del análisis de metales pesados.

Elemento	Promedio de los valores obtenidos (ppm)	VMA (Norma Peruana)* (ppm)
Aluminio	43.6	10
Cobre	10.8	3
Plomo	1	0,5
Sodio	939.8	200

Fuente: Elaboración propia.

(*) Valor máximo admisible de la norma peruana DS 021-2009 vivienda, para aguas residuales no domésticas a sistema de alcantarillado.

En la Tabla N.º 5 los resultados de los análisis de metales pesados están por debajo de los valores aceptados según la norma peruana (también lo comparamos con normas de Chile y España) pero mencionaremos solo 4 elementos

como son el aluminio, cobre, plomo y sodio, los cuales dieron valores por encima de los aceptados por la norma peruana, pero si consideramos un tema ocupacional estos elementos pueden afectar de la siguiente manera:

- **Exceso de aluminio.** Puede causar problemas respiratorios y neurológicos.
- **Exceso de cobre.** Si se consume agua en la cual hay exceso de cobre puede producir náuseas, vómitos, dolores estomacales o diarrea.
- **Exceso de plomo.** Puede producir daños al cerebro, riñones, anemia, disminución de peso en los recién nacidos, dolores de estómago, vómitos, náuseas y disminución del apetito.
- **Exceso de sodio.** Puede producir retención de agua en los riñones, desarrollar hipertensión arterial, etc.

En cuanto a los resultados del análisis de monitoreo de componentes volátiles (COVs), hemos resaltado en negrita solo aquellos que tuvieron un valor mayor a la unidad, pero están dentro del rango permitido de las normas peruanas (observar Tablas N.º 6 y N.º 7). Estas evaluaciones se hicieron durante la aplicación del barniz y durante la aplicación de la tinta offset litográfica respectivamente.

Tabla N.º 6. Resultado de los componentes volátiles durante la aplicación del barniz.

Compuestos orgánicos volátiles	L. D	Muestra 1 (mg/m ³)	LPP Chile (mg / m ³)	VLA España (mg / m ³)	TWA Perú (mg / m ³)
1,1,2-Tricloroetano	0.5	< 0.5	44	56	55
1,1- Dicloroetano	0.2	< 0.2	405	412	405
1,2- Diclorobenceno	0.2	< 0.2	122	122	122
1,2- Dicloroetano	0.2	< 0.2	20	20	40
1,4- Diclorobenceno	0.5	< 0.5	450	450	450
Benceno	0.2	< 0.2	26	3.25	1.6
Ciclohexano	0.2	45.3	820	700	344
Clorobenceno	0.2	< 0.2	28	23	46
Cloroformo	0.2	< 0.2	40	10	49
Estireno	0.5	< 0.5	170	86	85
Etilbenceno	0.2	19.5	348	441	434
Metil acrilato	0.2	< 0.2	10	18	7
Metilciclohexano	0.2	21.6	1610	1630	1606
Metilcloroformo	0.2	< 0.2	1530	555	1910
n-Heptano	0.1	18.7	1660	2085	1639
n-Hexano	0.5	21,8	141	72	176
n-Octano	0.5	18.6	1120	1420	1401
Percloroetileno	0.2	< 0.2	270	341	170
Tetracloruro de carbono	0.2	< 0.2	25	32	31
Tricloroetano	0.2	< 0.2	215	172	215

Fuente: resultados de laboratorio

Tabla N.º 7. Resultado de los componentes volátiles, durante la aplicación de las tintas offset litográficas.

Compuestos orgánicos volátiles	L.D	Muestra 1 (mg / m ³)	LPP Chile (mg / m ³)	VLA España (mg / m ³)	TWA Perú (mg / m ³)
1,1,2-Tricloroetano	0.5	< 0.5	44	56	55
1,1- Dicloroetano	0.2	< 0.2	405	412	405
1,2- Diclorobenceno	0.2	< 0.2	122	122	122
1,2- Dicloroetano	0.2	< 0.2	20	20	40
1,4- Diclorobenceno	0.5	< 0.5	450	450	450
Benceno	0.2	< 0.2	26	3.25	4x10 ⁻³
Ciclohexano	0.2	23.2	820	700	344
Clorobenceno	0.2	< 0.2	28	23	46
Cloroformo	0.2	< 0.2	40	10	49
Estireno	0.5	< 0.5	170	86	85
Etilbenceno	0.2	24.3	348	441	434
Metil acrilato	0.2	< 0.2	10	18	7
Metilciclohexano	0.2	24.4	1610	1630	1606
Metilcloroformo	0.2	< 0.2	1530	555	1910
n-Heptano	0.1	18.7	1660	2085	1639
n-Hexano	0.5	20.2	141	72	176
n-Octano	0.5	19.8	1120	1420	1401
Percloroetileno	0.2	< 0.2	270	341	170
Tetracloruro de carbono	0.2	< 0.2	25	32	31
Tricloroetano	0.2	< 0.2	215	172	215

Fuente: Resultados de laboratorio

L.D Limite de detección

LPP Limite permisible ponderado. Valor máximo permitido 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.

VLA-ED valores de límite de exposición diaria.

TWA es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada de 8 horas diarias. (D.S 015-2005 – SA– MINISTERIO DESALUD).

Al igual que el ejemplo anterior de tratarse un tema ocupacional el exceso determinado de tiempo a la exposición de estos componentes, puede afectar al momento de inhalarlo el cual ocasionaría: irritación en la garganta, ojos y nariz, causan náuseas, mareos, opresión en el pecho, somnolencia, daños al hígado y riñón, vértigo, ardor en los ojos, dolores de cabeza, salpullido en caso de tener contacto con la piel, etc.

4.1. Métodos para el control de la contaminación

Según la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile⁷ presentamos a continuación métodos clasificados “EU” (existen procesos de tratamiento a nivel industrial operando eficientemente en dicho país) para el tratamiento de residuos acuosos y borras de solventes, en particular de residuos contaminados con cualquiera de los siguientes ejemplos: 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2- tricloro-1,2,2- trifluoroetano, 1,2-diclorobenceno, acetato de etilo, acetona, ácido cresílico, ciclohexanona, clorobenceno, cloruro de metileno, cresoles, disulfuro de carbono, etil éter, etilbenceno, fluorocarbonos clorados, isobutanol, metanol, metiletil cetona, metilisobutil cetona, n-butanol, nitrobenceno, piridina, tetracloroetileno, tetracloruro de carbono, tolueno, tricloroetileno, triclorofluorometano y xileno. Así tenemos:

4.1.1 Residuos líquidos

- Adsorción con carbón
- Arrastre con vapor
- Tratamiento biológico (lodos activados, lagunas aireadas, filtros percoladores, biodiscos)
- Oxidación con aire húmedo
- Sistema de recuperación o intercambio
- Recuperación electrolítica

4.1.2 Residuos sólidos

- Uso como combustible alternativo (contenido de halógenos, contenido de sólidos inorgánicos, poder calorífico, viscosidad)
- Incineración
- Relleno sanitario
- Depósito de seguridad

4.1.3 Emisiones atmosféricas

- Oxidación térmica
- Oxidación catalítica
- Absorción
- Condensación
- Adsorción

V. CONCLUSIONES

4. En cuanto a la contaminación por emisiones atmosféricas. No existe contaminación alguna debido a que los valores están por debajo de lo que estipula las normas que comparamos y estas son: las normas peruanas, chilena y españolas. Pero cabe mencionar que si dejamos un largo tiempo de exposición al trabajador entonces si está generando una contaminación hacia la persona ocasionándole un impacto en su salud, pero sería más que todo un tema de interés ocupacional. Mencionaremos también que la evaluación se hizo dentro de la planta (dentro del área de trabajo) mas no en las afueras, como salió negativo, no se hizo las evaluaciones respectivas fuera de la planta. Pero en caso de que si hubiera contaminación podemos revisar el tema de Depuración de emisiones atmosféricas según el autor Francisco Mateos.

5. En cuanto a los efluentes líquidos.- los valores que se dieron (como son el pH, cantidad de aceites y grasas, cantidad de sólidos totales suspensión) existentes son altos comparadas con las 3 normas, pero solo comparamos estos valores con la norma peruana (D.S N° 021-2009-VIVIENDA, para aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado). Tal es el caso de:
 - Los valores de pH tomadas de todas las muestras, salieron con un promedio de 9,9 comparada con el valor de la Norma Peruana que es de 9, por lo tanto si hay una contaminación.
 - Los valores de sólidos totales en suspensión salieron con un promedio de 2492 mg/l comparada con el valor de la Norma Peruana que es de 500 mg/l; como está por encima de lo permitido hay una contaminación.
 - Los valores de aceites y grasas salieron con un promedio de 475,68 mg/l comparada con el valor de la Norma Peruana que es de 100 mg/l; como está por encima de los valores permitidos hay una contaminación.
 - Los valores de ICP masa total algunos elementos como son el aluminio, cobre, plomo y sodio salieron elevados comparados con la norma peruana los cuales se puede observar en la tabla N.° 5. Y en caso de que suceda un exceso de tiempo las consecuencias ya se han mencionado anteriormente.
6. En cuanto a los residuos sólidos.- como se pudo observar en la Tabla N.° 3, la empresa no tiene un control de sus residuos a pesar que cuenta con ellos, como son: latas de tintas, cilindros de solventes, trapos sucios embarrados de tintas, embarrados de solventes, excedente de hojalatas, realizada en la máquina cortadora por ejemplo.
7. Pineda Vásquez, A. Fullana Font e I. Aracil Sáez. Este autor considera este estudio como un tema acerca de la Recuperación de la tinta a partir de residuos de la Industria Gráfica. Pero el objetivo fue el estudio de la cantidad óptima de floculante para obtener la floculación adecuada, logrando así una mínima precipitación de la resina que arrastre a los pigmentos. El instrumento de recolección de datos fue análisis físico-químicos llegando a la conclusión que si se puede agregar un agente floculante al inicio del proceso, para obtener esta recuperación de residuo.
8. También existe una contaminación que es la sonora, o sea referente al ruido, producido por las máquinas y la contaminación producida por los olores, debido a los solventes como los alcoholes, cetonas, aldehídos, etc.
9. En cuanto a los impactos que producen esta investigación esta los de impacto ambiental, el cual ya se ha demostrado anteriormente debido a los resultados en los efluentes líquidos y el de residuos sólidos y el impacto a la salud que a pesar de ser mínimo los valores que tenemos en la evaluación, este si causa cierto malestar en los trabajadores de la Empresa Grupo Korien.

7. Comisión Nacional del Medio Ambiente (1999). *Guía para el control de la contaminación industrial: Recuperación de solventes*, Chile.

VI. AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy infinitamente gracias a Dios por haberme dado la fuerza y el valor para terminar los estudios de maestría.

Agradezco también la confianza y el apoyo de mis padres y hermanos quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores contribuyendo positivamente para llevar a cabo esta difícil jornada.

A mi esposo y a mis hijas por su comprensión, cariño y por la gran calidad humana que me ha demostrado.

A mi asesor por cada una de sus valiosas aportaciones, que me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Un agradecimiento muy especial a la empresa GRUPO KORIEEN por haberme proporcionado valiosa información para realizar mi trabajo de tesis.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). (1999). Control y prevención de la Contaminación industrial en una Industria de Artes Gráficas. Chile.
2. Grau Ríos, M., Grau Sáenz, M. (2006). Riesgos Ambientales en la Industria. Madrid: Fernández Ciudad, S, L.
3. Harte, J., Holdren, Ch., Schneider, R. (1995). Guía de las Sustancias Contaminantes. México: Grijalbo S.A.
4. Sector de Artes Gráficas de la Federación de Servicios de la Unión General de Trabajadores (FES-UGT). (2002). Guía de Tintas y Disolventes. España: Madrid.
5. Stellman, J.M. 1999. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
6. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (1999). Guía para el Control de la Contaminación Industrial: Rubro Recuperación de solvente. [En línea]. Chile. Disponible en: www.sinia.cl/1292/fo-article-37620.pdf. [2011, 27 de octubre].
7. Mateos, Francisco. (1995). Depuración de Emisiones Atmosféricas Industriales. Revista Ingeniería Química, (312), 89-94.
8. Pineda Vásquez, A. Fullana Font e I. Aracil Sáez. (2011). Evaluación de Impacto Ambiental: Concepto y Desarrollo. Revista Ingeniería Química. 492, 68-70.