



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TINTAS DE IMPRESIÓN Y DESECHOS  
SÓLIDOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA**

**Carlos Humberto Gómez España**

Asesorado por la Inga. Ana Marcela Ruano Barillas

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TINTAS DE IMPRESIÓN Y DESECHOS  
SÓLIDOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN LITOGRÁFICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**CARLOS HUMBERTO GÓMEZ ESPAÑA**

ASESORADO POR LA INGA. ANA MARCELA RUANO BARILLAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |  |
|------------|--|
| DECANO     | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco     |
| VOCAL I    | Ing. Angel Roberto Sic García          |
| VOCAL II   | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III  | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa    |
| VOCAL IV   | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos       |
| VOCAL V    | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz          |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López      |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |  |
|-------------|--|
| DECANO      | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos       |
| EXAMINADORA | Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez   |
| EXAMINADORA | Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios |
| EXAMINADOR  | Ing. Erwin Danilo González Trejo       |
| SECRETARIO  | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez        |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TINTAS DE IMPRESIÓN Y DESECHOS SÓLIDOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN LITOGRÁFICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 22 de julio de 2014.



**Carlos Humberto Gómez España**

Guatemala, octubre de 2014

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ingeniero Urquizú.

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesora del estudiante universitario, Carlos Humberto Gómez España, con número de carné: 2007-14195, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TINTAS DE IMPRESIÓN Y DESECHOS SÓLIDOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN LITOGRAFÍA**. El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

  
**Ana Marcela Ruano**  
Asesora de trabajo de graduación  
Colegiado 8782  
Ingeniera Industrial

*Ana Marcela Ruano Barillas*  
Ingeniera Industrial  
Colegiado 8782

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.127.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TINTAS DE IMPRESIÓN Y DESECHOS SÓLIDOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Humberto Gómez España**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*Ing. Danilo González Trejo*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2015.

/mgp



REF.DIR.EMI.311.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TINTAS DE IMPRESIÓN Y DESECHOS SÓLIDOS DEL PROCESOS DE PRODUCCIÓN LITOGRÁFICA**, presentado por la estudiante universitaria **Kevin Carlos Humberto Gómez España**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, octubre de 2015.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.514-2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TINTAS DE IMPRESIÓN Y DESECHOS SÓLIDOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Humberto Gómez España**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, octubre de 2015



/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Dios</b>              | Por darme la vida y guiar mis pasos.  |
| <b>Mis padres</b>        | Lic. Jacobo Gómez y Aura España, por todo el amor, apoyo y comprensión. Son mi inspiración y ejemplo a seguir.  |
| <b>Mi esposa</b>         | Lesly Menéndez de Gómez, por todo el amor, comprensión, apoyo y tolerancia brindados. Eres mi compañera de vida.  |
| <b>Mis hermanos</b>      | Gabriela e Iván Gómez, por su apoyo incondicional durante mi carrera y lecciones de vida brindados.   |
| <b>Mis abuelos</b>       | Petronila López, Pablo Gómez (q. e. p. d.) Mynor España y Consuelo Ruiz, por enseñarme que en la vida todo se puede hacer, solo hay que querer hacerlo. |
| <b>Mis tíos y primos</b> | Por ser una importante influencia en mi carrera y demostrarme lo que es luchar por la vida.   |

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, el establecimiento que me brindó el conocimiento.

**Facultad de Ingeniería**

Por ser una importante influencia en mi carrera, ayudar a desarrollarme profesionalmente y culminar este gran sueño.

**Mis amigos de la  
Facultad**

Luis Felipe Pérez, Leonardo Recinos, Leonardo Colindres y demás amigos que aunque en este momento no los mencione, son y serán mis amigos.

**A los ingenieros**

Danilo González Trejo y César Akú, por brindarme su amistad y apoyo. Y ser una importante influencia en mi carrera.

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....          | IX   |
| LISTA DE SÍMBOLOS.....                 | XIII |
| GLOSARIO .....                         | XV   |
| RESUMEN .....                          | XVII |
| OBJETIVOS.....                         | XIX  |
| INTRODUCCIÓN.....                      | XXI  |
| <br>                                   |      |
| 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....   | 1    |
| 1.1. Empresa litográfica.....          | 1    |
| 1.1.1. Ubicación.....                  | 3    |
| 1.1.2. Misión .....                    | 5    |
| 1.1.3. Visión.....                     | 5    |
| 1.1.4. Estructura administrativa ..... | 6    |
| 1.2. Productos.....                    | 8    |
| 1.2.1. Impreso .....                   | 8    |
| 1.2.2. Encuadernado.....               | 10   |
| 1.2.3. Cajas .....                     | 15   |
| 1.3. Producción y ambiente.....        | 17   |
| 1.3.1. Producción .....                | 17   |
| 1.3.2. Ambiente .....                  | 18   |
| 1.3.3. Desechos productivos .....      | 19   |
| 1.3.3.1. Desechos litográficos .....   | 20   |
| 1.3.3.2. Gestión de desechos .....     | 21   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.     | SITUACIÓN ACTUAL .....   | 23 |
| 2.1.   | Diagnóstico .....  | 24 |
| 2.1.1. | Capacidad del proceso de producción.....   | 28 |
| 2.1.2. | Indicadores de desperdicio.....  | 29 |
| 2.1.3. | Indicadores de calidad en producción.....  | 29 |
| 2.2.   | Proceso de impresión litográfica.....  | 30 |
| 2.2.1. | Diseño .....   | 31 |
| 2.2.2. | Preparación de tintas .....  | 32 |
| 2.2.3. | Preparación de prensa para impresión .....   | 35 |
| 2.3.   | Procesos adicionales .....   | 36 |
| 2.3.1. | Secado .....   | 36 |
| 2.3.2. | Barnizado .....  | 37 |
| 2.3.3. | Troquelado .....   | 38 |
| 2.3.4. | Pegado .....   | 39 |
| 2.4.   | Diagrama de operaciones .....  | 40 |
| 2.5.   | Materia prima utilizada .....  | 42 |
| 2.6.   | Identificación de las fuentes de contaminación.....                                    | 44 |
| 3.     | PROPUESTA PARA REALIZAR EL TRATAMIENTO DE RESIDUO<br>DE TINTAS Y DESECHOS SÓLIDOS..... | 45 |
| 3.1.   | Disminución de desperdicio en el proceso de producción.....                            | 48 |
| 3.1.1. | Normas para la etapa de diseño .....   | 48 |
| 3.1.2. | Normas para la etapa de impresión .....  | 49 |
| 3.1.3. | Normas para la etapa de troquelado.....  | 49 |
| 3.1.4. | Normas para la etapa de acabados finales .....   | 50 |
| 3.2.   | Manejo integral de residuos sólidos .....  | 51 |
| 3.2.1. | Medidas para la reducción de residuos sólidos .....                                    | 53 |
| 3.2.2. | Materias primas.....   | 54 |
| 3.2.3. | Almacenaje.....  | 55 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.2.4.   | Transporte.....   | 56 |
| 3.2.5.   | Tratamiento y disposición final de residuos sólidos .....                   | 58 |
| 3.3.     | Manejo integral de residuos de tinta.....                                   | 59 |
| 3.3.1.   | Medidas para la reducción de residuos de tinta .....                        | 62 |
| 3.3.2.   | Almacenaje .....  | 63 |
| 3.3.2.1. | Tintas no contaminadas .....  | 64 |
| 3.3.2.2. | Tintas contaminadas .....   | 65 |
| 3.3.2.3. | Tintas vegetales .....  | 65 |
| 3.3.2.4. | Tintas UV y EB .....  | 65 |
| 3.3.3.   | Transporte.....   | 66 |
| 3.3.4.   | Tratamiento y disposición final de residuos de tinta.....                   | 68 |
| 3.3.4.1. | Tratamiento fisicoquímico.....  | 68 |
| 3.3.4.2. | Concentración del vertido mediante evaporación natural y al vacío .....     | 69 |
| 3.4.     | Manejo integral de residuos generados en la prensa.....                     | 72 |
| 3.4.1.   | Medidas para reducir la contaminación por el uso de placas y acetatos ..... | 73 |
| 3.4.2.   | Almacenaje .....  | 74 |
| 3.4.3.   | Transporte.....   | 75 |
| 3.4.4.   | Tratamiento y disposición final de placas .....                             | 75 |
| 3.5.     | Grupo de productos químicos que son nocivos a la salud .....                | 77 |
| 3.5.1.   | Polvo.....  | 78 |
| 3.5.2.   | Gases .....   | 79 |
| 3.5.3.   | Ácidos.....   | 79 |
| 3.5.4.   | Tintas.....   | 80 |
| 3.6.     | Análisis financiero .....   | 80 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.     | IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....                                       | 83  |
| 4.1.   | Utilización de tintas.....  | 86  |
| 4.1.1. | Uso de colores estándar.....  | 86  |
| 4.2.   | Utilización de solventes.....   | 87  |
| 4.3.   | Acciones en Área de Producción.....                                       | 88  |
| 4.3.1. | Manejo de disolventes.....  | 88  |
| 4.3.2. | Confinamiento de disolventes.....   | 90  |
| 4.3.3. | Condiciones de las áreas de trabajo.....                                  | 90  |
| 4.4.   | Medidas de control de disolventes.....                                    | 91  |
| 4.4.1. | Control médico.....   | 91  |
| 4.4.2. | Control higiénico.....  | 91  |
| 4.4.3. | Control de emergencias.....   | 92  |
| 4.5.   | Clasificación de desechos sólidos.....                                    | 92  |
| 4.5.1. | Recolección.....  | 92  |
| 4.5.2. | Almacenaje.....   | 93  |
| 4.5.3. | Tratamiento.....  | 93  |
| 4.5.4. | Disposición final.....  | 96  |
| 4.6.   | Medidas de seguridad e higiene.....                                       | 96  |
| 4.6.1. | Ropa y equipo de protección.....  | 97  |
| 4.6.2. | Señalización.....   | 100 |
| 5.     | MEDIO AMBIENTE.....   | 105 |
| 5.1.   | Impacto ambiental de la producción en una litografía.....                 | 107 |
| 5.1.1. | Generalidades.....  | 107 |
| 5.2.   | Definición.....   | 108 |
| 5.3.   | Variables del estudio de impacto ambiental.....                           | 110 |
| 5.3.1. | Formulario del Ministerio de Ambiente y<br>Recursos Naturales (MARN)..... | 111 |
| 5.3.2. | Legislación.....  | 117 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 5.3.2.1. | Normativa de Guatemala respecto a la localización de industrias litográficas ..... | 117 |
| 5.3.2.2. | Normativas ambientales sobre la emisión atmosférica .....                          | 118 |
| 5.3.2.3. | Normativas que regulan el tratamiento de residuos líquidos y sólidos.....          | 119 |
| 5.3.3.   | Emisiones atmosféricas .....   | 119 |
| 5.3.4.   | Residuos líquidos y sólidos .....  | 120 |
| 5.3.5.   | Olores .....   | 120 |
| 5.3.6.   | Ruido .....  | 121 |
| 5.4.     | Medidas de mitigación .....  | 121 |
| 5.4.1.   | Recuperación electrolítica .....   | 122 |
| 5.4.2.   | Procedimientos de recuperación e intercambio ....                                  | 122 |
| 5.4.3.   | Planes de contingencia .....   | 122 |
| 5.4.4.   | Sistema de absorción .....   | 123 |
| 5.4.5.   | Condensación .....   | 123 |
| 5.4.6.   | Biofiltración.....   | 124 |
| 5.4.7.   | Rellenos sanitarios .....  | 124 |
| 5.4.8.   | Depósitos de seguridad .....   | 124 |
| 5.4.9.   | Otros métodos y tecnologías.....   | 125 |
| 5.5.     | Higiene industrial.....  | 125 |
| 5.5.1.   | Higiene teórica .....  | 126 |
| 5.5.2.   | Higiene de campo .....   | 127 |
| 5.5.3.   | Higiene analítica .....  | 127 |
| 5.5.4.   | Higiene operativa .....  | 127 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 6.      | MEJORA CONTINUA .....   | 129 |
| 6.1.    | Política ambiental .....  | 129 |
| 6.2.    | Requisitos legales .....  | 130 |
| 6.3.    | Estructura del sistema.....   | 131 |
| 6.4.    | Programas del sistema.....  | 132 |
| 6.4.1.  | Control y seguimiento ambiental .....   | 134 |
| 6.4.2.  | Registros .....   | 134 |
| 6.5.    | Monitoreo de manejo de residuos .....   | 136 |
| 6.5.1.  | Departamento de Mantenimiento .....   | 137 |
| 6.5.2.  | Realizar un inventario de repuestos.....  | 137 |
| 6.5.3.  | Realizar un inventario de herramienta .....   | 138 |
| 6.5.4.  | Determinar las fallas más frecuentes en la<br>maquinaria.....                       | 138 |
| 6.5.5.  | Establecer un <i>stock</i> de seguridad de repuestos....                            | 139 |
| 6.5.6.  | Evaluar y determinar la herramienta y equipo .....                                  | 139 |
| 6.5.7.  | Documentar procedimientos para el uso<br>adecuado del equipo.....                   | 140 |
| 6.5.8.  | Evaluar la distribución de la maquinaria en las<br>instalaciones .....              | 140 |
| 6.5.9.  | Diseñar y proponer una programación de<br>mantenimiento preventivo del equipo ..... | 141 |
| 6.5.10. | Detectar necesidades para elaborar un<br>programa de capacitaciones .....           | 141 |
| 6.6.    | Procesamiento del desperdicio.....  | 142 |
| 6.7.    | Plan de respuesta ante los derrames de tintas .....                                 | 142 |
| 6.8.    | Plan de respuesta ante emergencias de accidentes en el<br>Área de Producción.....   | 143 |
| 6.9.    | Capacitación de prevención de contaminación en el área<br>de Producción.....        | 145 |



|                       |  |     |
|-----------------------|--|-----|
| 6.10.                 | Uso de nuevas técnicas de impresión.....   | 148 |
| 6.11.                 | Evaluar la frecuencia de uso de los dispositivos para el<br>tratamiento de desperdicios .....                                      | 148 |
| 6.12.                 | Proponer la adquisición y ubicación de equipo para el<br>servicio de mantenimiento y para el procesamiento de<br>desperdicio ..... | 149 |
| CONCLUSIONES.....     |  | 151 |
| RECOMENDACIONES ..... |  | 153 |
| BIBLIOGRAFÍA.....     |  | 155 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Impresión <i>offset</i> .....  | 2  |
| 2.  | Ubicación de la empresa .....  | 3  |
| 3.  | Vista en planta de las instalaciones .....   | 4  |
| 4.  | Ingreso de la empresa .....  | 5  |
| 5.  | Organigrama .....  | 6  |
| 6.  | Partes del libro .....   | 10 |
| 7.  | Encuadernación rústica .....   | 12 |
| 8.  | Rústica pegada .....   | 13 |
| 9.  | Caja regular.....  | 16 |
| 10. | Caja <i>full overlap</i> .....   | 16 |
| 11. | Productos para limpieza de tintas .....  | 33 |
| 12. | Proceso de secado de tinta por oxidación .....                                     | 36 |
| 13. | Troquelado .....   | 38 |
| 14. | Pegado .....   | 40 |
| 15. | Diagrama de operaciones .....  | 41 |
| 16. | Representación porcentual de residuos sólidos .....                                | 46 |
| 17. | Diagrama del manejo integral de residuos sólidos .....                             | 52 |
| 18. | Propuesta para el almacenamiento y ruta de evacuación<br>de residuos sólidos ..... | 57 |
| 19. | Porcentaje de los desechos sólidos de la empresa .....                             | 58 |
| 20. | Diagrama del manejo integral de residuos líquidos .....                            | 60 |
| 21. | Agitador del tintero.....  | 61 |
| 22. | Porcentaje de los desechos líquidos de la empresa .....                            | 64 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 23. | Propuesta de almacenamiento y ruta de evacuación de residuos de tinta..... | 67  |
| 24. | Dilución 1:40 del clarificado .....  | 68  |
| 25. | Residuo seco tras evaporación natural.....                                 | 69  |
| 26. | Planta piloto de evaporación al vacío .....                                | 70  |
| 27. | Tratamiento con permangato de potasio .....                                | 70  |
| 28. | Resultados del tratamiento con evaporación al vacío .....                  | 71  |
| 29. | Manejo integral de prensas como residuos .....                             | 73  |
| 30. | Diagrama de operación de destrucción de placas .....                       | 76  |
| 31. | Recipiente para almacenar placas .....                                     | 77  |
| 32. | Nivel de riesgo <i>versus</i> nivel de exposición .....                    | 78  |
| 33. | Máscara de protección con filtro .....                                     | 98  |
| 34. | Gafas .....  | 100 |
| 35. | Señales de prohibición .....   | 102 |
| 36. | Señales normativas .....   | 102 |
| 37. | Señales de obligatoriedad .....  | 103 |
| 38. | Señales de advertencia .....   | 104 |
| 39. | Evaluación ambiental inicial .....   | 112 |

## TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Lista de revisión al personal.....  | 24 |
| II.   | Resultado de la lista de revisión al personal .....                       | 25 |
| III.  | Lista de revisión en operaciones .....                                    | 26 |
| IV.   | Lista de revisión para infraestructura.....                               | 27 |
| V.    | Residuos de imprentas por etapa de generación.....                        | 47 |
| VI.   | Fuentes principales de obtención de residuos sólidos .....                | 53 |
| VII.  | Posibles residuos líquidos.....   | 60 |
| VIII. | Actividades inherentes a la recolección interna de residuos sólidos ..... | 93 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| IX.  | Pasos para realizar una caracterización física de<br>residuos sólidos ..... | 94  |
| X.   | Guantes para disolventes .....  | 99  |
| XI.  | Registro de información necesaria para el seguimiento<br>ambiental .....    | 135 |
| XII. | Actividades inherentes a recolección interna de<br>residuos sólidos .....   | 136 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>       | <b>Significado</b> |
|----------------------|--------------------|
| <b>Cant.</b>         | Cantidad           |
| <b>°C</b>            | Grados centígrados |
| <b>m</b>             | Metro              |
| <b>m<sup>2</sup></b> | Metro cuadrado     |
| <b>m<sup>3</sup></b> | Metro cúbico       |
| <b>μΩ</b>            | Micro ohms         |
| <b>Q</b>             | Quetzal            |





## GLOSARIO

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Emisión atmosférica</b> | Acción y efecto de emitir a la envoltura gaseosa que rodea un astro; por antonomasia, la de la Tierra.   |
| <b>Impresión</b>           | Marca que una cosa deja en otra apretándola.   |
| <b>Litografía</b>          | Procedimiento para reproducir escritos, dibujos y grabados.  |
| <b>Offset</b>              | Sistema de impresión indirecta. La plancha matriz de aluminio imprime sobre un cilindro revestido de caucho el cual lo hace a su vez sobre el papel.   |
| <b>Papel couché</b>        | Es un papel que en su exterior es recubierto por un compuesto que le da diferentes cualidades al papel, incluyendo peso, superficie, brillo, suavidad o reducción a la absorbencia de tinta. Es muy usado en las artes gráficas, la industria editorial y de empaques. Este tipo de papel no se puede usar en una impresora de inyección, pues las tintas de esta no se anclan al papel y tardan mucho tiempo en oxidarse. |
| <b>Placas</b>              | Lámina, plancha o película que se forma o está superpuesta en un objeto.   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Polímero</b> | Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que constituyen enormes cadenas de las formas más diversas.   |
| <b>PVC</b>      | Es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. Es el derivado del plástico más versátil.   |
| <b>Tolueno</b>  | Es la materia prima a partir de la cual se obtienen derivados del benceno, el ácido benzoico. El tolueno se adiciona a los combustibles (como antidetonante) y como disolvente para pinturas, caucho, resinas, revestimientos, diluyente en lacas. |
| <b>Xileno</b>   | Hidrocarburo aromático llamado también xilol, se emplea como disolvente.   |

## RESUMEN

El tratamiento de residuos de tintas de impresión y desechos sólidos del proceso de producción litográfica contribuye al mejoramiento del medio ambiente, ya que su diseño permitirá asumir la responsabilidad que tienen frente a la generación y gestión adecuada de los residuos.

Las emisiones de contaminantes atmosféricos se deben principalmente al uso de solventes y diluyentes de tintas. La peligrosidad de dichas emisiones, que tienen lugar durante la aplicación y secado de estas sustancias, se mide fundamentalmente por el contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV).

En el proceso actual se colocan en un contenedor todos los desechos, hasta llenarlo y se eliminan directamente a la basura sin un previo tratamiento.

El presente trabajo de graduación, ofrece un modelo de gestión que permitirá a la empresa disminuir, manipular y procesar los residuos líquidos que se generan sobre todo en las fases de proceso de imágenes e impresión, la trata de aguas de enjuague, compuestos reveladores, aceites lubricantes que pueden contener residuos de plata altamente tóxicos en concentraciones elevadas y los residuos sólidos peligrosos, que deben ser adecuadamente separados de los no peligrosos.

Considerando que los riesgos ambientales son perjudiciales a los trabajadores de la empresa y a las áreas aledañas, es indispensable la contratación de empresas especializadas en el manejo de materiales tóxicos.

Entonces la mejor forma para disminuir el desperdicio y el desecho o sobrantes de materia prima en los procesos, es la planificación de reutilización de la misma en los procesos productivos para satisfacer las necesidades del cliente y disminuir los costos a la empresa sin contaminar el ambiente.

# OBJETIVOS

## General

Evaluar el tratamiento de residuos de tintas de impresión y desechos sólidos del proceso de producción litográfico.

## Específicos

1. Analizar los procesos de tratamiento de tinta.
2. Identificar posibles mejoras y proveer soluciones para maximizar su efecto e impacto en el proceso, personal y ambiente de trabajo.
3. Identificar los riesgos en el uso de disolventes y tintas en el proceso litográfico.
4. Definir la importancia de usar materias primas de primera calidad en el proceso de producción.
5. Establecer el control y manejo de residuos sólidos, líquidos en el proceso de producción.
6. Determinar las medidas de mitigación para una mejor gestión de residuos y su disposición final.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas guatemaltecas dedicadas a la manufactura de materiales impresos e importaciones de papel, deben buscar innovaciones en los productos y métodos efectivos que contribuyan a mejorar el proceso de fabricación, para proporcionar al consumidor un artículo de calidad a buen precio y con entrega a tiempo; todo debido a la competitividad que existe en el mercado nacional.

El propósito de este trabajo es evaluar el tratamiento de residuos de tintas de impresión y desechos sólidos del proceso de producción litográfico, así como diseñar e implementar soluciones factibles que contribuyan a mejorar diversos aspectos de producción.

El estudio contempla los riesgos más frecuentes de la actividad, particularmente de las distintas actividades específicas en el uso de tintas, disolventes, materia prima. Asimismo, se considera el procedimiento de evaluación de riesgos y medidas por medio de un Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR).

En el capítulo uno se realiza una descripción general de la empresa, la cual se dedica a litografía, la misión y visión, lo cual define hacia donde se dirige la empresa, su estructura organizacional.

En el capítulo dos, se presenta un análisis de la situación actual de la empresa en el proceso de producción de material litográfico, los materiales que

se utilizan, como lo son los diferentes tipos de papel, tinta. El estado actual de los procesos se analiza para identificar los puntos de mejora.

En el capítulo tres, luego de analizar la situación actual de la empresa, se presenta la propuesta de implementación, la cual describe los pasos, para mejorar el manejo integral de residuos.

En el capítulo cuatro, se describe las acciones y medidas a tomar para la clasificación, manejo y disposición final de los residuos en el proceso de producción como lo es la tinta, disolventes, entre otros.

En el capítulo cinco, se plantea la prevención de riesgos laborales en la empresa de la litografía con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores, actuando sobre las condiciones de trabajo con el fin de que estas sean controladas.

En el capítulo seis, se describen las medidas para dar seguimiento a la propuesta, como lo es, una política de comunicación para el manejo de riesgos químicos en el área de producción, planes de respuesta ante un accidente o emergencia.



# 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Las empresas de litografía se dedican a comercializar diversos tipos de papel e impresiones *offset*, a través de varios procesos para la obtención de productos, por lo que es necesario conocer los aspectos que intervienen en cada una de las empresas.

## 1.1. Empresa litográfica

Una empresa litográfica en Guatemala, se encarga del suministro de productos impresos a múltiples empresas y sectores del país, formando parte de una industria de comunicación gráfica, que trabaja con tecnología y mano de obra especializada, para ofrecer alta definición en sus productos.

El incremento de empresas litográficas, ha sido directamente proporcional al auge de la publicidad a nivel mundial, debido a que proporcionan mejor resolución y calidad de imagen, en impresiones sobre diversos tipos de materiales. La cantidad de empresas oferentes de servicios litográficos en Guatemala es mayor que en los demás países centroamericanos, lo que produce alta competitividad, tanto en el mercado nacional, como internacional.

La empresa litográfica bajo estudio, se dedica a la producción de elementos publicitarios en papel, como afiches, volantes, trípticos, facturas, entre otros, utilizando el sistema *offset*. Cuenta con tres prensas *offset*, dos troqueladoras y maquinaria de corte y acabados finales.

Figura 1. **Impresión *offset***



Fuente: empresa litográfica.

El sistema *offset* es el más utilizado por las empresas de este tipo, por la combinación de buena calidad y economía, entre las ventajas que ofrece, están:

- Alta calidad: excelente definición, consistencia y claridad.
- Versatilidad: se puede utilizar en diferentes superficies, tales como: papel liso, madera, ropa, metal, cuero, papel rugoso y otros.
- Alta productividad: las láminas son de rápida y fácil producción.
- Durabilidad: la duración de las láminas es mayor que en imprentas de litografía directa, porque no hay contacto directo entre la plantilla y la superficie de contacto.

### 1.1.1. Ubicación

Las instalaciones de la empresa se encuentran ubicadas en la ciudad de Guatemala, en la 3a. calle 3-41, zona 8 centro comercial Josefina. La mayor parte del área disponible está ocupada por la planta de producción.

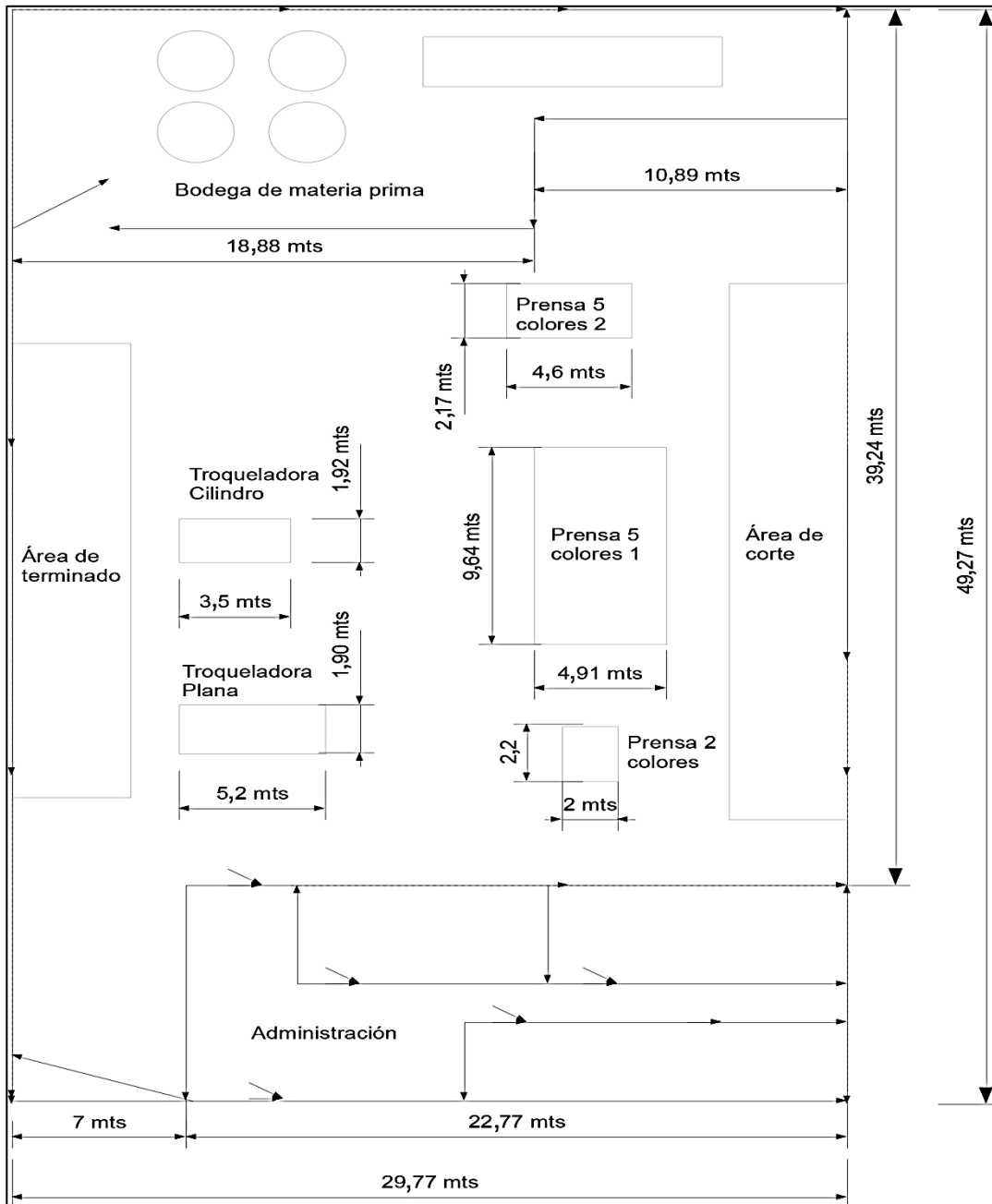
Figura 2. Ubicación de la empresa



Fuente: *Google Earth*. Consulta: junio de 2014.

La empresa cuenta con instalaciones divididas en cinco secciones destinadas a las siguientes áreas: Administración, Prensa y Troquelado, Corte, Terminado y Bodega de Materias Primas.

Figura 3. Vista en planta de las instalaciones



Fuente: elaboración propia con programa Microsoft Visio.

Figura 4. Ingreso de la empresa



Fuente: empresa litográfica.

### 1.1.2. Misión

Servir a los clientes y mantener el liderazgo en la industria, invirtiendo en dos recursos importantes: gente y tecnología. Satisfacer a los clientes por medio de la calidad de los productos y servicios, manteniendo una actitud apropiada, lo que llevará a crear una ventaja competitiva sostenible.<sup>1</sup>

### 1.1.3. Visión

Servir a los clientes con excelencia, integrando la inversión continua en tecnología con el desarrollo de nuestro talento y habilidades profesionales para ser líderes en la industria de la imprenta.<sup>2</sup>

---

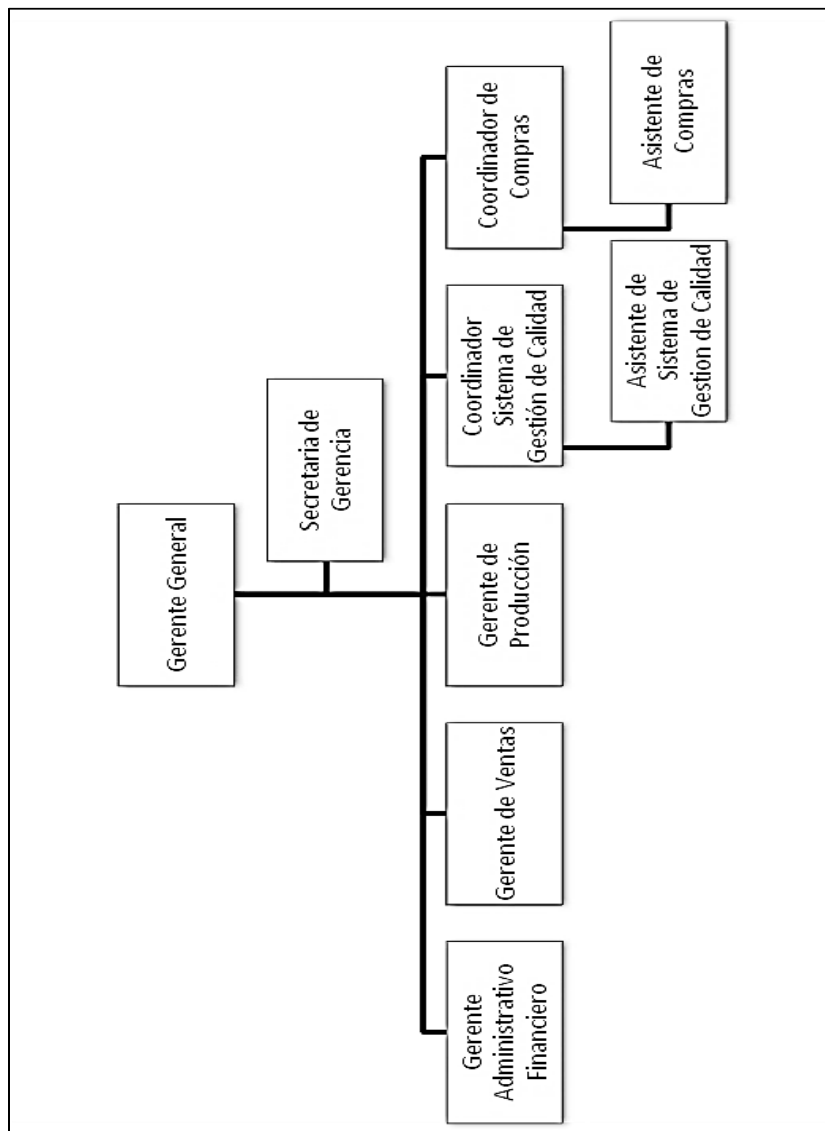
<sup>1</sup> Empresa litográfica.

<sup>2</sup> Ibíd.

#### 1.1.4. Estructura administrativa

La estructura administrativa de la empresa se muestra a continuación.

Figura 5. Organigrama



Fuente: memoria de labores Imprenta Aries. 2000.

- Gerente general: coordina todas las acciones dentro de la empresa, es la persona encargada de verificar todas las operaciones contables de la empresa, los contratos de trabajo del personal y del pago de los salarios.
- Gerente administrativo financiero: toma de decisiones financieras; proporciona información económica a la Gerencia General, para establecer las estrategias de la empresa; se encarga del control presupuestario, de las inversiones y financiamiento a corto y largo plazo; y realiza el análisis de los pronósticos financieros.
- Gerente de Ventas: responsable de las actividades de ventas y *marketing* de la empresa, desarrolla actividades de promoción y distribución, establece los objetivos y políticas comerciales de la empresa, supervisa y controla a los vendedores.
- Gerente de Producción: responsable directo del funcionamiento del área productiva de la empresa y sobre el cumplimiento de pedidos y plazos establecidos. Optimiza y planifica los recursos destinados a producción, procurando el incremento de la productividad sin afectar la calidad de los productos y da seguimiento a la ejecución de todos los trabajos realizados dentro del ciclo productivo.
- Coordinador de Sistema de Gestión de Calidad: establece normas de calidad en procesos y estándares de impresión, programas auditorías de calidad y realiza pruebas aleatorias al producto final.
- Coordinador de Compras: encargado de cotizar y de realizar la compra de materiales e insumos con la mejor calidad, al menor costo posible y en el tiempo apropiado.

- Personal operativo: encargado de realizar actividades de acuerdo al proceso de producción, como impresión del papel, corte, troquelado, pegado, compaginado, revisado y empaque del producto final.

## **1.2. Productos**

La empresa elabora diversos productos impresos en distintos tipos de papel, que van desde 60 gramos hasta cartoncillos calibre 20, estos pueden ser de mediano y largo tiraje. Dentro de los productos que ofrecen, los de mayor demanda son:

- Los impresos
- Los encuadernados
- Las cajas

### **1.2.1. Impreso**

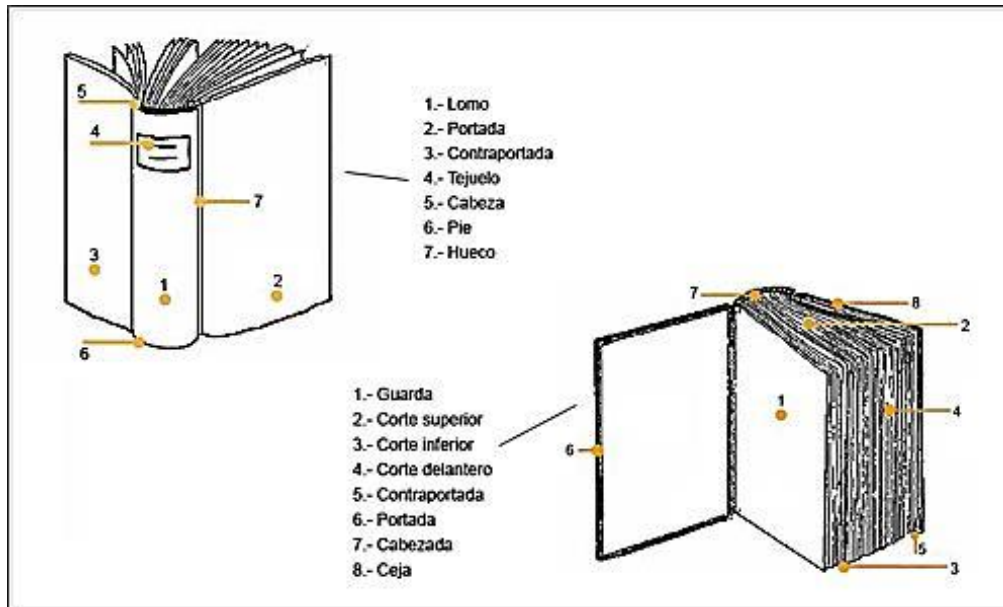
El producto impreso, se refiere a impresiones de largo tiraje que generalmente requieren de un arte o bosquejo con diseños específicos y datos propios de quien lo solicita. Entre los más comunes están:

- Revistas: generalmente solicitado por instituciones o entidades que desean publicar sus artículos, anunciar sus productos o promocionar a sus patrocinadores, se requiere de formatos específicos para la calidad de impresión.
- Libros: reproducciones en su mayoría con fines educativos o de entretenimiento, requiere especial cuidado por ser de mayor contenido.



- Calendarios: muy solicitados por ser un medio de publicidad que pueden obsequiar las empresas con mayor probabilidad de apreciación, generalmente también se contrata el servicio para el diseño del arte.
- Material promocional: tales como trifoliales, bifoliales, unifoliales, afiches, volantes, entre otros, todos con fines publicitarios, generalmente estas impresiones son muy llamativas.
- Etiquetas: solicitado por empresas diversas para identificar sus productos.
- Calcomanías: en su mayoría para promocionar un producto o servicio, pero también pueden solicitarlas como apoyo a algún movimiento o de instituciones.
- Cajas: la impresión de cajas, usualmente la solicitan las empresas para identificar sus productos o como empaques terciarios.
- Libros: aunque son solo hojas impresas llenas de texto o ilustraciones, están compuestos de diferentes partes que tienen un nombre y una función específica, por lo que requiere atención en el orden de impresión y en los acabados finales.

Figura 6. Partes del libro



Fuente: empresa litográfica.

### 1.2.2. Encuadernado

La encuadernación es el conjunto de operaciones necesarias para unir los cuadernillos del libro o revista con una cubierta, formando un conjunto unitario de lectura. Dentro de la categoría de libro se incluye también, aquella publicación superior a 75 páginas. El libro consta de tres zonas diferenciadas:

- Dos planos paralelos
- El lomo
- El corte

Los planos corresponden a las caras delantera y trasera que forman las cubiertas, comúnmente llamadas portada y contraportada. El lomo es el plano

perpendicular a las cubiertas, de él nacen los planos. El corte lo constituye la parte visible de las hojas del libro. Tiene tres caras: cabeza o plano superior, pie o plano inferior y falda o delantera; existen diversos tamaños aplicados a distintos tipos de publicaciones. Hay dos modelos de medida:

- Formatos anglosajones: se aplican a Estados Unidos, Gran Bretaña y los países de influencia en EE.UU., las medidas más empleadas son: 127 x 187, 136 x 203, 140 x 210, 140 x 216, 143 x 213 y 156 x 235 milímetros. En Gran Bretaña algunos de los formatos más empleados son: 123 x 186, 129 x 198, 189 x 246 y 237 x 312 milímetros.
- Formatos DIN: se emplean en el resto del mundo, especialmente, Europa. Los tamaños DIN más utilizados son el A5 (210 x 148), A4 (297 x 210) y el A3 (420 x 297).

La forma de encuadernar varía dependiendo de factores, como: la cantidad de hojas o impresiones, el material del espiral, los márgenes de las impresiones, el material de la portada y contraportada, la finalidad del libro, entre otros. Los tipos de encuadernado más comunes son:

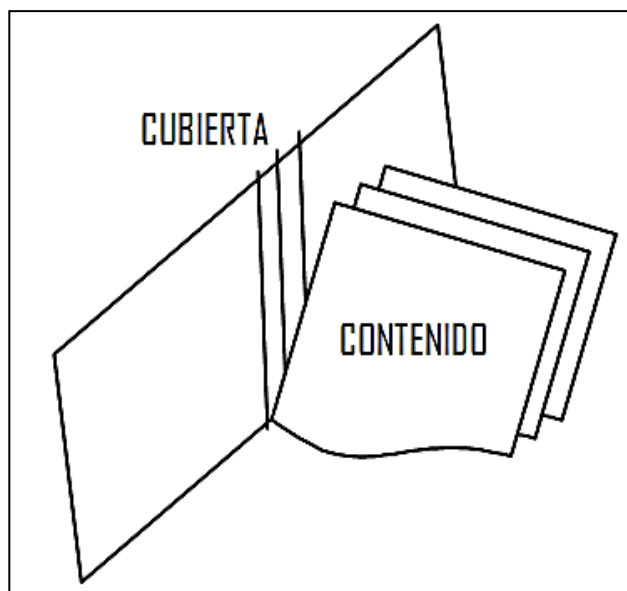
- Rústica
- Cartoné
- En piel
- En espiral
- Alzado
- Grapada
- Plegada
- Térmica
- Estampada

- Dorada
- Con taladro
- Guillotina
- Carpetas y cajas para proyectos

La encuadernación rústica es de las más vendidas, por ser un sistema de encuadernación que tiene cubierta flexible. Este modo es la forma más simple de vestir un libro. Consiste en una cubierta de cartulina que se pega directamente al lomo de los cuadernillos que, en algunos casos, han sido fresados o guillotados a ras de las tripas; formando hojas sueltas.

La encuadernación en rústica se utiliza para encuadernar: folletos, revistas y sobre todo libros de texto y de bolsillo.

Figura 7. **Encuadernación rústica**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

El proceso de encuadernación rústica, comienza por la formación de los cuadernillos; estos pueden ser cosidos o simplemente encolados, para ser unidos entre sí. Hay libros en rústica, que son realizados con los cuadernillos cosidos, sin cortar.

En el método de rústica pegada, el primer paso es apilar los cuadernillos sin coser y sujetarlos en una mordaza; en el segundo paso, se recortan los lomos de los cuadernillos unos 3 milímetros; ya en el tercer paso se lija la superficie de corte para hacerla rugosa. Por último, se encola el lomo y se ponen con las cubiertas, pegando la lomera de las cubiertas en dicho lomo.

Figura 8. **Rústica pegada**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

Para el proceso de encuadernado se realizan varias operaciones secuenciales, las cuales se detallan a continuación.

- Reciben el material que se desea encuadernar ya impreso y se verifica el tamaño para el encuadernado.

- Revisa el estado de las hojas, teniendo presente que no deben estar dañadas para realizar el encuadernado.
- Luego de revisar que todo el material esté bien, se empareja el papel, alineando todas las hojas con el fin de que todos los bordes casen, esto se hace para que el libro no tenga hojas sueltas.
- Debido al tipo de proceso que se realiza, es necesario determinar la cabeza del libro, ya que esta será la guía para realizar el corte.
- Tener un área lisa libre de cualquier contaminación, en los lugares donde se coloca el material ya listo para realizar el corte, y para evitar cualquier problema de emparejamiento de las hojas, se le coloca peso sobre ellas.
- Es necesario una revisión de todos los pasos anteriores, esto debido a que se procederá a realizar cortes en el borde izquierdo con cuchilla para que la goma pueda llenar esos espacios y las hojas no se caigan a la hora del encuadernado, estos cortes se realizan en forma paralela al encabezado del encuadernado.
- Iniciar la aplicación de la goma en el borde donde se pasó la cuchilla y es necesario que el material se deje secar por 7 horas.
- Proceder a coser todas las hojas para evitar que se caiga alguna hoja cuando el producto esté listo, y se esté utilizando por parte del cliente.
- Cuando ya está seco, se realizan mediciones de todos los bordes y los extremos, esto para cortar las partes de la cubierta que va a llevar las guardas, el cartón especial y el material de la superficie del encuadernado.

- Cortar toda la parte de la cubierta, tomando en cuenta que se tiene que dejar 1 centímetro de la parte izquierda y 0,5 centímetros de los bordes, para que no quede alineado con las hojas y las pueda proteger cuando es pasta dura, cuando es pasta blanda, se corta al ras de las demás hojas.
- Verificar el tamaño de todas las partes del encuadernado, validar que está bien y no exista ningún problema de medidas.
- Por último se montan todas las partes del encuadernado sobre las hojas ya listas y cosidas.
- Verificar que todo el libro está bien ajustado y que los espacios de la cubierta protejan al material que contienen.

### **1.2.3. Cajas**

Las cajas de cartón, se utilizan para almacenamiento, protección, entregas o empaque terciario de diversos productos. Existen diferentes tipos de cajas entre las cuales están:

- Caja regular: en este tipo de caja, todas las aletas tiene la misma profundidad, las dos aletas son de la mitad del ancho de la caja para que al unirse, se juntan al otro centro de la caja.
- Caja media regular: este tipo de caja es muy parecida a la caja regular la principal diferencia es que no posee aletas en la parte superior. Este tipo de caja no es muy utilizado debido a que la caja no cubre el producto en su transporte.

Figura 9. **Caja regular**



Fuente: empresa litográfica.

- *Caja full overlap*: son diseñadas para soportar mayores cargas en producto de gran peso.

Figura 10. **Caja full overlap**



Fuente: empresa litográfica.



### **1.3. Producción y ambiente**

El ser humano ha desarrollado la capacidad de crear diversos productos, ya sea de necesidad básica o de confort, utilizando recursos naturales y artificiales, que afectan el medio ambiente. De aquí, que existe una estrecha relación entre la producción y el ambiente.

#### **1.3.1. Producción**

La producción puede definirse como la elaboración de un producto mediante la coordinación de recursos empleados para ello. Hay diferentes tipos de producción, entre los cuales se pueden definir las siguientes.

- Producción por proyectos: se emplea por lo general cuando en el proceso se obtiene uno o más productos con un largo período de fabricación.
- Producción continua: se da cuando se ejecutan las mismas operaciones, en las mismas máquinas, para obtención del mismo producto, con una disposición en cadena. Se conoce también como configuración por producto. Cada máquina y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo que le es suministrado por una máquina precedente. Los operarios realizan la misma tarea en el mismo producto.
- Producción intermitente: es aquella que se realiza a través de pedidos específicos. Las cantidades, características, especificaciones técnicas o el diseño son proporcionadas directamente por el cliente. Se crean estaciones de trabajo definidas por operación a realizar.

- Producción por lotes: se caracteriza por realizar un producto en cantidades determinadas. Cada lote pasa de una operación o centro de trabajo a otro, por lo que todas las unidades del lote, tendrán las mismas características y puede llevarse un mejor registro del producto.
- Producción en línea: se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones. El producto se mueve de una etapa a la siguiente de manera secuencial y de principio a fin. Se trata de la fabricación de grandes lotes en pocos productos diferentes, pero técnicamente homogéneos, usando para ello las mismas instalaciones.

### **1.3.2. Ambiente**

Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones futuras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

El medio ambiente son los conjuntos de componentes físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos y culturales capaces de causar efectos directos e indirectos, en un plazo corto o largo sobre los seres vivos. Es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.

Desde el punto de vista humano, se refiere al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o de la sociedad en su conjunto.

En Guatemala, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales.

A esta entidad le corresponde proteger los sistemas naturales que contribuyan al desarrollo y sustento de la vida. También se encarga de fomentar una cultura de respeto y armonía con la naturaleza; promoviendo la protección, preservación y utilización racional de los recursos naturales.

### **1.3.3. Desechos productivos**

Todas las industrias productivas, generan cierta cantidad de residuos o producto no utilizable que deben desechar. Algunos de ellos son biodegradables, es decir, que el ambiente se encarga de degradarlos sin ser afectado. Pero hay otros residuos, que tienen un impacto negativo en el ambiente si no son tratados de una forma adecuada.

Los desechos productivos pueden clasificarse de diferentes maneras, pero entre las más comunes están:

- Según su estado: líquido, sólido o gaseoso.
- Según su efecto: peligrosos, inertes o no peligrosos.
- Según su asimilación: biodegradables y contaminantes.
- Según su procedencia: industriales, portuarios, agrícolas, litográficos, entre otros.

Conforme a la clasificación en la que se encuentren los desechos productivos de una empresa, así debe ser el tratamiento de los mismos. Es decir, si los residuos son biodegradables, pueden depositarse en los contenedores de basura normal; pero si son contaminantes, debe establecerse un proceso y lugar específico para su desecho.

Muchas empresas han sido perjudicadas por un manejo inadecuado de sus desechos, ya que el impacto negativo provocado en el ambiente genera simultáneamente una reacción social negativa hacia la empresa; independientemente de las penalizaciones legales a las cuales puede estar expuesta, dependiendo de la legislación ambiental del país donde desarrolle sus actividades productivas.

#### **1.3.3.1. Desechos litográficos**

En una empresa litográfica también se generan residuos de materiales que deben ser desechados, entre ellos están:

- Papel
- Tinta
- *Wipe*
- Pegamento
- PVC

El residuo más común es el papel, de diferentes tipos y calibres; este tipo de desecho puede clasificarse como biodegradable, por lo que puede ser desechado en la basura o reciclado según conveniencia de la empresa.

Los residuos de tinta, PVC y pegamento, aunque sean generados en pequeñas proporciones, no son amigables con el medio ambiente por lo que deben ser mitigados en la medida de lo posible.

### **1.3.3.2. Gestión de desechos**

La gestión de desechos, se refiere al procedimiento que se debe establecer e implementar en un lugar, para que todo producto o material resultante de sus operaciones, que no sea utilizable, sea procesado. Para la gestión, es importante considerar los siguientes aspectos:

- Origen del desecho: lo primero es estudiar los procesos productivos para identificar el origen del desecho y determinar si es posible mejorar el proceso para eliminar o disminuir la cantidad de desechos.
- Clasificación del desecho: es necesario determinar si el desecho es sólido, líquido, gaseoso, tóxico, inflamable, irritable, entre otros.
- Impacto ambiental: dependiendo de su clasificación se puede determinar si tiene un impacto negativo o positivo en el ambiente.
- Formas de desechos: después de determinar su clasificación y su impacto en el ambiente, es posible definir el medio por el cual se retirarán del lugar.



## 2. SITUACIÓN ACTUAL

Cuando se inicia una empresa, sin importar su índole, se establece la base administrativa bajo la cual se trabajará, un organigrama que refleje la estructura organizacional de la empresa, un plan operativo que regule la forma de trabajo, es decir, se plasma en papeles la teoría de lo que se espera sea la empresa ya en funciones.

Un plan, aunque esté bien formulado, no sirve de nada si no se pone en práctica. Muchas empresas no le dan la importancia debida a la implementación de lo planteado y operan conforme lo consideran conveniente; algunas veces, la falta de implementación se debe a la variación en la demanda, en las finanzas y en otros factores, por lo que se ven obligadas a realizar algunos cambios en el personal, en la maquinaria o en los procesos para adaptarse a las exigencias del mercado.

El primer paso es determinar la situación actual, las condiciones bajo las cuales opera y si está llevando a cabo los planes planteados hasta el momento. Al detallar las condiciones en que se encuentra la empresa, se puede determinar lo siguiente:

- La mejor metodología para la implementación del proceso propuesto.
- Si la implementación de la propuesta es realmente necesaria.
- Si la propuesta contribuirá en el desempeño de la empresa.
- El impacto positivo o negativo que tendrá la implementación en la empresa y su personal.

## 2.1. Diagnóstico

Con base en los resultados de una evaluación general de las condiciones operativas de la empresa, se puede proporcionar un diagnóstico de la situación actual. Para dicha evaluación, se elaboran listas de revisión que permiten la recolección de información, cada una centrada en un objeto de estudio:

- Personal
- Operaciones
- Infraestructura

Personal: se necesita información sobre los puestos establecidos en la empresa, las funciones que desempeñan dependiente e independientemente de su puesto y el desempeño de cada uno de los trabajadores.

Tabla I. **Lista de revisión al personal**

| Núm. | PREGUNTAS GENERALES  |
|------|--|
| 1    | ¿Cuál es su puesto?  |
| 2    | ¿Cuáles son sus funciones?   |
| 3    | ¿Considera que cumple funciones adicionales a las de su puesto?                |
| 4    | ¿Considera que se necesita más personal para cubrir la demanda de trabajo?     |
|      | PREGUNTAS DE IMPLEMENTACIÓN  |
| 1    | ¿Las notificaciones, prefiere recibirlas de formas verbales, escritas o ambas? |
| 2    | ¿Cada cuánto recibe capacitaciones?  |
| 3    | ¿Considera que los residuos productivos se desechan adecuadamente?             |

Fuente: elaboración propia.



Los datos recopilados de la lista de revisión al personal, permite conocer el estado de su estructura organizacional, la cual es funcional, aunque no es consistente con los datos proporcionados inicialmente. Esto indica la necesidad de crear un organigrama con la distribución de puestos real y su correspondiente descripción de funciones.

Tabla II. **Resultado de la lista de revisión al personal**

| Núm. | RESPUESTAS A PREGUNTAS GENERALES  |
|------|---|
| 1    | Gerente general, secretaria, 5 técnicos operarios, bodeguero  |
| 2    | Gerente: múltiples entre finanzas, ventas y producción<br>Secretaria: múltiples entre ventas, compras y recepción<br>2 técnicos operarios: manejo de prensas para impresiones<br>1 técnico operario: manejo de troqueladora<br>1 técnico operario: diseños y acabados finales<br>1 técnico operario: diseños y corte<br>1 bodeguero: recibir y despachar materiales; recibir y despachar producto terminado |
| 3    | Gerente general: no<br>Secretaria: si<br>Técnicos y bodegueros: no  |
| 4    | Todos respondieron que no   |
|      | RESPUESTAS A PREGUNTAS DE IMPLEMENTACIÓN  |
| 1    | 1 verbal, 2 escritas y 5 ambas  |
| 2    | Cada año para todos   |
| 3    | 3 sí, porque se tira a la basura y es papel en su mayoría<br>4 no, porque el papel puede reciclarse y hay mucho desperdicio<br>1 no, porque la basura no está tapada y emite mal olor   |

Fuente: elaboración propia.

Conforme a las respuestas anteriores también se puede establecer que el personal tiene la capacidad para implementar la propuesta y que esta, debe presentarse de forma escrita, verbal e individualmente.

Operaciones: la lista de revisión en operaciones se utilizó en una entrevista con el gerente general de la empresa, recopilando la siguiente información:

- De las preguntas generales, se identifica que él es quien que se encarga de la planificación, organización, dirección y control de las operaciones en la planta productiva, así como de la documentación de trabajos realizados, dando las órdenes de trabajo verbal y personalmente al personal técnico y al bodeguero.

Tabla III. **Lista de revisión en operaciones**

| Núm.                               | PREGUNTAS GENERALES  |
|------------------------------------|--|
| 1                                  | ¿Quién se encarga de emitir la orden de trabajo para operaciones?            |
| 2                                  | ¿Quién se encarga de programar los materiales necesarios para producir?      |
| 3                                  | ¿Cuál es el canal de comunicación entre Gerencia y personal operativo?       |
| 4                                  | ¿Quién controla la cantidad de materiales utilizados o si hay desperdicios?  |
| <b>PREGUNTAS DE IMPLEMENTACIÓN</b> |  |
| 1                                  | ¿Cuáles son las áreas asignadas para desechos productivos?                   |
| 2                                  | ¿Cómo preparan los desechos para que sean retirados de las áreas de trabajo? |
| 3                                  | ¿Quién prepara los desechos para que sean retirados de la planta?            |
| 4                                  | ¿Quién retira los desechos de la planta?                                     |

Fuente: elaboración propia.

- De las preguntas de implementación, se obtiene la siguiente información: cada técnico tiene un basurero en su área de trabajo para depositar la basura durante el proceso productivo y debe sacarlo los lunes, miércoles y viernes, que son los días en que pasa el camión recolector de basura.

Infraestructura: la lista de revisión para infraestructura fue la base para las preguntas formuladas en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Lista de revisión para infraestructura**

| Núm. | PREGUNTAS DE INFRAESTRUCTURA   | CUMPLE |    |
|------|--|--------|----|
|      |  | SI     | NO |
| 1    | ¿El área donde desarrolla sus actividades es lo suficientemente espaciosa y con fácil acceso?  | X      |    |
| 2    | ¿Los acabados del lugar permiten fácil limpieza? Es decir, cuenta con paredes lisas, pisos duros y lavables con ligera pendiente al interior.  | X      |    |
| 3    | ¿El lugar cuenta con sistemas que permiten la ventilación tales como rejillas o ventanas; también con sistemas de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje? | X      |    |
| 4    | ¿La construcción evita el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de plagas?   | X      |    |
| 5    | ¿El lugar está cubierto para protección de lluvias y cuenta con iluminación?   | X      |    |
| 6    | ¿La ubicación del sitio causa molestias o algún tipo de impactos a la comunidad?   |        | X  |
| 7    | ¿Cuenta con cajas de almacenamiento de residuos sólidos o botes de basura?   | X      |    |
| 8    | ¿Realiza aseo, fumigación y desinfección en las unidades de almacenamiento, con regularidad?   | X      |    |
| 9    | ¿Permite el lugar, acceso de los vehículos recolectores?   | X      |    |
| 10   | ¿Dispone de un registro para el control de la generación de residuos?  |        | X  |
| 11   | ¿Existen unidades de uso exclusivo para almacenar residuos sólidos y está debidamente señalizado?  | X      |    |
| 12   | ¿Dispone de espacios por clase de residuo, de acuerdo con su clasificación (reciclable, peligroso, ordinario, entre otros.)?   |        | X  |

Fuente: elaboración propia.

La lista verifica la distribución de áreas de trabajo, de maquinaria y equipo en planta de producción; distribución de materiales y de producto terminado en bodega; condiciones físicas del edificio y su señalización.

Las respuestas directas fueron consistentes entre los empleados de la empresa. El resultado evidencia la necesidad de establecer un tratamiento de tintas de impresión y manejo adecuado de desechos sólidos, ya que hasta el momento no se clasifican los desechos del proceso productivo.

### **2.1.1. Capacidad del proceso de producción**

La empresa tiene capacidad para realizar más de 10 000 impresiones con placas, o 9 000 impresiones con acetatos por hora. En un día puede llegar a utilizar hasta 20 toneladas de papel, 12 kilos de tinta de diferentes colores, 1 galón de pegamento y gran cantidad de placas y acetatos variando por el tipo y cantidad de pedidos en proceso.

Aunque los acetatos brindan una mayor nitidez, estas se usan para tirajes de pequeños a mediano, debido a que se desgastan más rápidamente; en el caso de las impresiones con placas, estas producen un máximo de 3 350 impresiones antes de perder su nitidez, en cambio los acetatos únicamente aguantan 1 500 impresiones.

Independientemente de la cantidad de reproducciones que se hagan al día, las máquinas de impresión se limpian de dos a tres veces al día, equivalente a 1 litro de acetona con 1 libra de *wipe* diario por máquina.

### **2.1.2. Indicadores de desperdicio**

La empresa no ha creado indicadores para determinar el tipo y cantidad de desperdicios que generan. Sin embargo, como resultado de la observación, se identificó el desperdicio de los siguientes materiales: papel, tintas, placas, envases, acetatos, artículos de limpieza, pegamento, cuchillas, entre otros.

Los desperdicios simplemente son colocados en un área para que sean trasladados a la basura, no existe una clasificación, separación de residuos o disposición final de materiales de desperdicio.

No se ha determinado la cantidad de material que se requiere para la producción de un lote aunque tengan el mismo diseño y de la misma proporción, debido a que para cada producción, pueden utilizar todo el material que requieran siempre y cuando entreguen la cantidad que solicitan.

Por tanto, un indicador de desperdicio puede ser establecer la cantidad de materiales que se requieren por lotes de productos específicos y llevar más control de los productos que salen y entran a bodega.

### **2.1.3. Indicadores de calidad en producción**

El proceso de impresión se produce varios pedidos diferentes en un período corto de tiempo; por la naturaleza del mismo, cada pedido para su producción necesita de dos tiempos; el primero se le denomina tiempo de preparado o arreglo, y el segundo, tiempo productivo o tiraje. El tiempo de preparado es donde se efectúa una serie de operaciones e inspecciones para que la prensa sea ajustada y dejarla lista para imprimir.

En este tiempo, la inspección de calidad consiste en comparar los colores con el estándar establecido. Por lo que se debe tener una técnica de control y efectuar un muestreo continuo cuando la unidad impresora esté en producción.

La creación de un sistema de control de calidad en la producción obedece a los siguientes aspectos:

- Desconocimiento de las tolerancias permisibles
- Variación excesiva en las características de los impresos realizados
- Inhabilidad para controlar y mantener una calidad uniforme y consistente

Entre las principales actividades de un buen sistema de control de calidad, se encuentran las siguientes:

- Muestreo y preparación de especímenes
- Verificación de la instrumentación
- Establecimiento del índice de calidad de impresión
- Control de calidad en el ingreso de la materia prima

## **2.2. Proceso de impresión litográfica**

El proceso de impresión litográfica inicia con el diseño. Al realizar un pedido, el cliente proporciona el arte para la impresión o solicita que se realice el diseño del mismo. Ya con el arte, el tipo y cantidad de impresión, se hacen los pedidos de materiales, se prepara la tinta, se ajusta la maquinaria y se realizan algunas impresiones de prueba. Cada uno de los pasos más importantes de este proceso, se describen a continuación.

### **2.2.1. Diseño**

En cuanto al diseño, este puede ser presentado por el cliente o realizado en su totalidad por la empresa litográfica. Cuando es presentado por el cliente, el área de diseño verifica algunos aspectos técnicos del documento presentado y realiza los cambios necesarios para que los acetatos o placas sean elaborados, sin afectar el diseño en sí.

Cuando el área de diseño es quién realiza el arte, se debe presentar al cliente, para que dé su aprobación o indique las correcciones que considere necesarias, antes de que se inicie el proceso de impresión. Si el boceto cumple con los requerimientos del cliente, se traslada al Área de Fotomecánica, donde se generan los negativos que servirán para insolar las placas litográficas.

Los negativos son plásticos o acetatos con emulsión o sustancia reactiva a la luz. Estos acetatos con sustancia reactiva se les conocen como película. Para generar los negativos es necesario colocar en la cámara el arte final y película virgen.

El objetivo de que los negativos sean el inverso de lo que se quiere reproducir, es que al colocarlo sobre la placa y darle una exposición a la luz blanca se queden grabados todos los rasgos que se fotografiaron del arte final.

Por último, previo a insolar la plancha litográfica, los negativos se adecúan o montan respecto a especificaciones de la prensa impresora que se va a utilizar para la reproducción del impreso. Ya insolada la plancha litográfica, se le elimina el recubrimiento que no tuvo contacto con la luz por medio de un químico revelador y abundante agua, por último, se seca su superficie quedando lista para su utilización.

### **2.2.2. Preparación de tintas**

Después de aprobado el arte, este se transfiere a la Gerencia y al Área de Impresión para determinar los colores necesarios a utilizar. El gerente general, es quién se encarga de solicitar la preparación de tintas en la prensa vía telefónica, tanto al bodeguero como a los operarios.

El bodeguero proporciona 1 kg de tinta por color y por prensa, trasladándola al Área de Impresión. Los operarios realizan una inspección visual para determinar si los depósitos están bien y verifican la longitud de la tinta.

Si los depósitos de tintas están sucios, simplemente los retiran y ponen otro. El problema se da cuando los envases que cambian, no son colocados en un área específica, ni son trasladados para su reciclaje o desecho. Esto afecta el proceso dado que produce contaminación con los pliegos limpios, por lo cual se deben solicitar más pliegos para remplazar los manchados.

En cuanto a la longitud de la tinta, esta de preferencia debe ser larga. Básicamente este proceso consiste en tomar una pequeña porción de tal manera que pueda acomodarse en el dedo índice; luego dicho dedo debe hacer contacto con el pulgar de la misma mano, para que cuando estos dedos se separen, la tinta forme un hilo.

Si el hilo que se forma llega aproximadamente a tener una longitud de un centímetro, se considera que la tinta es corta; pero si el hilo llega a tener una longitud de aproximadamente tres centímetros, se considera que la tinta es larga. Este resultado depende mucho del criterio de la persona que la aplique.



Figura 11. **Productos para limpieza de tintas**



Fuente: empresa litográfica.

En figura anterior se puede observar, que los operarios solamente colocan envases a un costado de la prensa, por lo cual es un foco de contaminación.

A continuación, se describen algunas de las tintas más utilizadas en la empresa, para el proceso de impresión.

- *Stayfresh*: tinta fresca para litografía. No crea piel y ha sido diseñada para tirajes largos. Tiene buen rendimiento, excelente brillo y resistencia al frote y a la emulsificación.

- *Multiform*: línea de tintas litográficas utilizada en máquinas de bobina. Esta línea proporciona un óptimo rendimiento y resistencia al frote. Diseñada para ser impresa en papel continuo y bond.
- *Ultrafoil*: tintas para imprimir por el sistema litográfico sobre *foil* y papel metalizado con alta resistencia a frote y químicos.
- *Lithoplast*: tintas litográficas especialmente formuladas para impresión sobre cartón plasticubierto.
- *Good News*: tintas *offset* para impresión de periódicos.
- *Hydrocoat*: barniz base agua de alto brillo.
- Barniz 2087 INX: barniz convencional de alto brillo y buen rendimiento. Fabricado bajo tecnología de INX.

Una característica importante de las tintas, es la tonalidad, esta se especifica por medio de una muestra húmeda, esta pequeña porción de tinta almacenada en un recipiente perfectamente cerrado, generalmente es utilizado como patrón y proporcionado por el proveedor de tintas. La prueba para la tonalidad consiste en la comparación de tonalidad e intensidad de color entre una película de tinta estándar y la que se desea evaluar, ambas aplicadas en un fondo blanco.

Esta prueba debe hacerse en una boleta especial denominada Estándar *drawdownsheet*, en la cual del lado derecho se analiza la tinta estándar y del lado izquierdo la tinta que se desea evaluar; además la boleta tiene una franja negra, para comparar la transparencia de ambas tintas.

Luego debe evaluarse si existen diferencias de tonalidad, intensidad y transparencia entre ambas tintas. En caso de haber una diferencia notoria o apreciable entre las tintas, significa que la tinta evaluada cumple con las especificaciones; en caso contrario, no.

El último aspecto a considerar es el tamaño del grano, se especifica dentro del rango de una a cuatro micras, considerando como tolerancia aceptable  $\pm$  una micra, sobre el valor que especifique el fabricante. La prueba consiste en determinar el grado de molienda de la tinta por medio de un instrumento denominado monómetro, el cual consiste en un bloque de metal estable que contiene dos pistas, cada una de ellas con una profundidad que varía gradualmente; dicha profundidad se encuentra calibrada de 0 a 10 micras, tomándose la lectura en la escala generalmente ubicada al lado izquierdo del bloque donde se determinará el grado de molienda de la tinta que se desea evaluar con el patrón especificado.

### **2.2.3. Preparación de prensa para impresión**

Para la preparación de la prensa de impresión, se verifica visualmente, que los depósitos de tinta cuenten con los colores según la orden de pedido y que esté limpia. Después se procede a colocar las placas o acetatos y a realizar las primeras pruebas, antes de iniciar el tiraje.

Si no están con los colores necesarios, se debe solicitar al jefe de Producción, que bodega traslade los colores que se necesitarán para la orden de producción. El papel o cartón juega un papel muy importante en este proceso y su acondicionamiento para la sala de prensas es muy importante. También la tinta y los barnices a emplear forman parte medular en la impresión.

El proceso de impresión termina cuando salen las pilas de papel o cartón ya impresos y acondicionados para el siguiente proceso, como troquelado barnizado, pegado.

### 2.3. Procesos adicionales

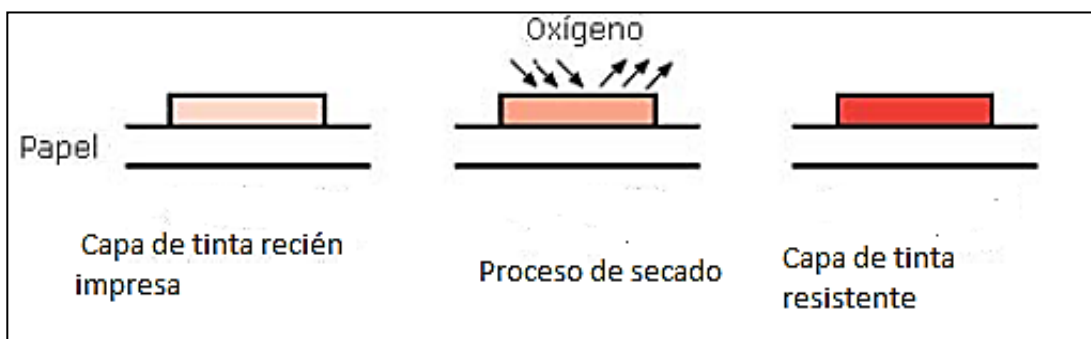
En el proceso de producción existen procesos adicionales según los requerimientos de cada pedido. Entre estos está el de secado, barnizado, pegado y troquelado, que son descritos a continuación.

#### 2.3.1. Secado

En el secado de tintas grasas se utilizan diferentes procedimientos:

- Oxidación: cuando la capa de tinta se deposita sobre el soporte, el oxígeno oxida a los aceites vegetales y resinas, endureciendo de esta forma la capa de tinta hasta que hacerla resistente y flexible.

Figura 12. **Proceso de secado de tinta por oxidación**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

- Absorción: la tinta es absorbida por el soporte quedando húmeda dentro de él. Se emplea en periódicos, formularios y otros papeles muy absorbentes.
- Filtración selectiva: la capa de tinta se deposita sobre el papel y, posteriormente empieza la absorción de aceites minerales. La tinta se hace más viscosa y produce la oxidación de los aceites vegetales y resinas.

### **2.3.2. Barnizado**

El cliente al realizar su pedido, debe dar las especificaciones de uso y las características que requiera en su producto. Una de las características más solicitadas es el barnizado.

Este proceso le da un mejor acabado a la impresión y además le sirve de protección, ya que si se derrama agua en pequeñas proporciones, puede limpiarse sin que se corra la tinta. Hay tres tipos diferentes de barnices, los cuales son:

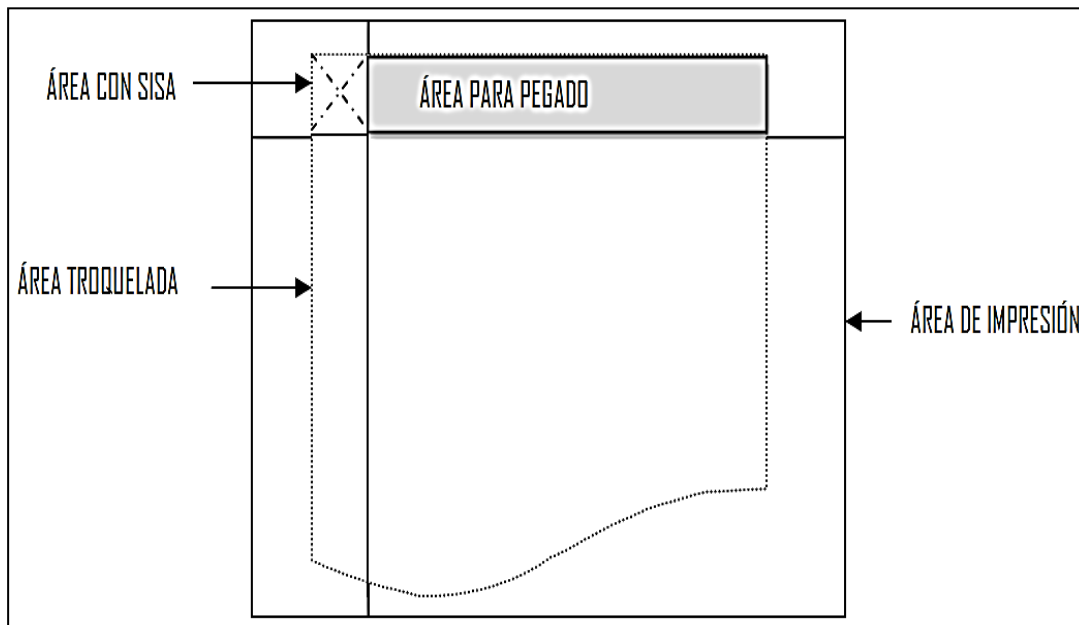
- El ultra violeta o UV, este es el más utilizado y sirve para impresiones sin consumo de agua.
- El acuoso, utilizado para papeles con recubrimiento en base agua y el proceso es un poco más tardado.
- El base aceite, también se utiliza para impresiones sin consumo de agua, pero en menor proporción.

### 2.3.3. Troquelado

Este proceso es solicitado en su mayoría, cuando se requieren productos con pliegues como empaques secundarios, cajas, bolsas con doblez, impresiones con forma, entre otros.

El proceso en sí, consiste en fraccionar los pliegues impresos en unidades, las cuales llevan cortes y sisas definidas con el tamaño y dimensiones especificadas. En este proceso, el papel o cartón sigue teniendo suma importancia en sus cualidades físicas, ya que este se somete a presiones y cortes máximos. El corte es realizado por unidad, sin embargo, la presión para dejar la forma final, se hace por bloques.

Figura 13. Troquelado



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

La maquinaria utilizada para este proceso es una troqueladora que utiliza moldes de troquel para realizar los cortes. Estos moldes son elaborados por el operario según los requerimientos del cliente, utilizando el bosquejo para determinar el tamaño final del producto y las medidas de los pliegues y la distancia entre ellas.

En la empresa, el 60 por ciento del producto que se troquela, se manda al Área de Pegado, ya que en su mayoría son cajas y bolsas. El otro 40 por ciento se empaqueta por bloques y es enviado a bodega para su entrega.

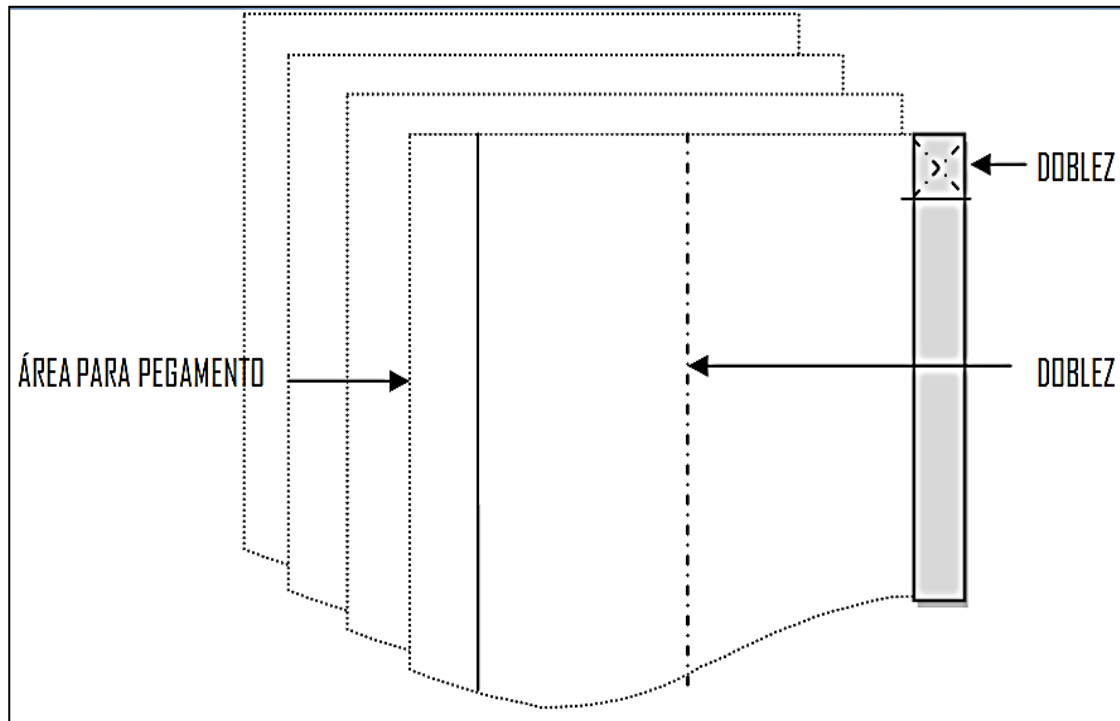
#### **2.3.4. Pegado**

Después de que los pliegos se fraccionaron por medio de proceso del troquelado, generalmente el proceso a seguir es el de pegado. Aquí ya no se habla de pliegos sino de unidades listas para pegar.

El área dentro de la impresión destinada para el proceso de pegado, es una de las características que debe definir el cliente o el diseñador, desde el bosquejo inicial.

El proceso de pegado se inicia al colocar los bloques de unidades impresas, sobre la mesa de trabajo, esto se hace de forma transversal, dejando todas las áreas donde se colocará el pegamento de un mismo lado y una corrida sobre otra. El pegamento se distribuye de forma uniforme con brocha o pincel, dependiendo del área disponible para ello y la cantidad por bloque a trabajar. Luego se procesa una por una, para pegar los lados que corresponden, limpiar inmediatamente los excesos con *wipe* y colocar un contrapeso.

Figura 14. **Pegado**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

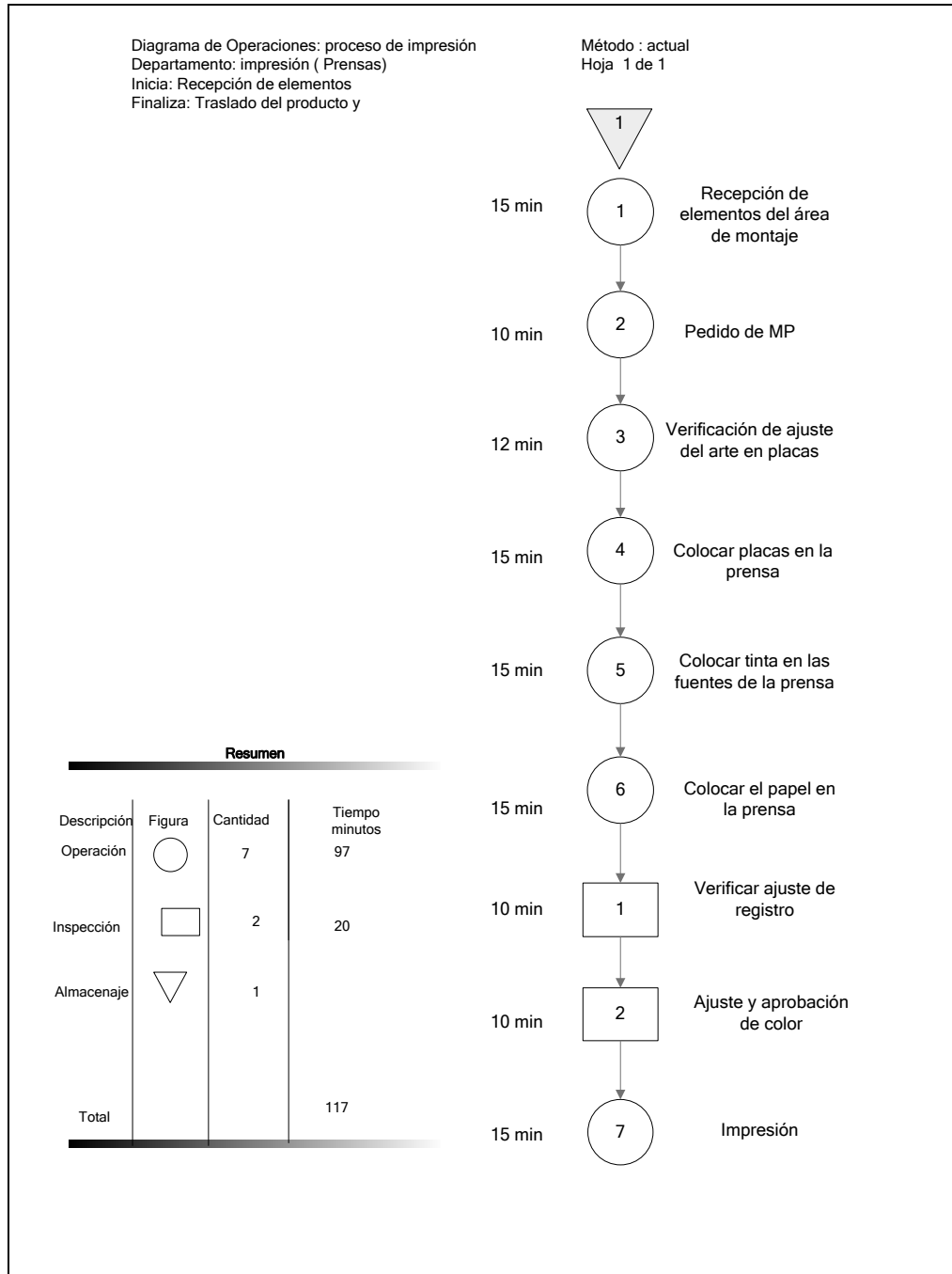
Al tener bloques de 25 o 50 unidades bajo contrapeso, estas se empaquetan con cinta y se colocan en cajas que son llevadas a bodega para su entrega.

#### **2.4. Diagrama de operaciones**

El proceso de operación inicia con 1,7 horas de preparación, divididas entre la recepción de materiales en bodega, pedido de materias primas, verificación de ajuste del arte en placas, la colocación de las mismas en la prensa, alimentación de papel y tintas en las fuentes de la prensa, la verificación del ajuste de registro y el ajuste y aprobación de impresión.



Figura 15. Diagrama de operaciones



Fuente: elaboración propia.

Aunque cada máquina tiene capacidad para hacer 3 600 impresiones por hora, las placas rinden 3 350 impresiones, entonces para efectos de diagramación se consideran únicamente 0,25 horas de impresión, con el cual se abarca un corto tiraje de 838 impresiones.

## 2.5. Materia prima utilizada

El papel, cartón y tinta, son los elementos de mayor trascendencia en la impresión *offset* ya que de ellos depende la mayor parte de la calidad de la misma; siendo este un motivo importante para conocer su procedencia y preparación.

- Cartón: el que se usa en la empresa es elaborado de papel *kraft*.
- Papel *Couché*: se ha fabricado con un revestimiento suave ya sea en una o en las dos caras. Con ello se obtiene una superficie mucho más compacta, lisa y con mejores propiedades de reflexión de la luz. Es el que se usa en las revista.
- *Husky*: adecuado para imprimir pastas de revistas, es grueso, resistente y su textura es agradable al tacto.
- Opalina: papel grueso de alta blancura, se utiliza en impresión de tarjetas de presentación, diplomas y otro tipo de diseños que requieren un acabado fino, blanco intenso y resistencia.
- Lino: apreciado por su característica superficie con textura que simula a la tela que da origen a su nombre. Es versátil en cuanto a su uso, ya que tanto tarjetas de presentación, pastas de encuadernados y tarjetas de

toda ocasión adquieren un toque de clase y distinción, sus colores más utilizados son el blanco, beige y celeste. Una variación de este tipo de papel es el lino lineal, con un acanalado especial.

- *Felt*: ampliamente utilizado para empastar seminarios, tesis y otros trabajos debido a su resistencia, su textura y sus colores, viene en Cobolt (azul oscuro) y corinto.
- Cáscara de huevo: su nombre lo dice todo. Es muy similar a la textura que posee el cascarón de un huevo, viene en color blanco y beige. Se utiliza para tarjetas de presentación y de toda ocasión.
- Texcote: de superficie brillante, es un tipo de papel grueso, muy utilizado en empaques de todo tipo de productos, la mayoría de las pequeñas cajas de las medicinas están hechas con este material.
- *Index* - Cartulina común: uno de los papeles gruesos más conocidos y utilizados, disponible en varios colores, blanco, celeste, verde, amarillo, rosado, beige.
- Cartón *Chip*: material grueso utilizado para trabajos especiales que requieren gran resistencia.
- Bond: disponible en varios gramajes (grosos) y colores, es uno de los papeles más utilizados, su variación también radica en el porcentaje de blancura que el papel ofrece.

## 2.6. Identificación de las fuentes de contaminación

En la mayoría de empresas litográficas una fuente de contaminación es la emisión de contaminantes atmosféricos que puede focalizarse principalmente, en el uso de solventes y diluyentes de tintas.

Los residuos líquidos se generan sobre todo en las fases de proceso de imágenes e impresión; específicamente en las aguas de enjuague, compuestos reveladores y aceites lubricantes que pueden contener, entre otros, residuos de plata altamente tóxicos en concentraciones elevadas.

En la empresa, los desechos de papel que generan los productos impresos son depositados en el Área de Máquinas y Encuadernado en una forma desordenada sin tener recipientes adecuados, son trasladados al área de concentración de basura, en esta área se colocan todos los desperdicios del Departamento de Producción, luego son extraídos por una empresa recicladora que llega a la planta, almacena el papel en redes y lo adquiere de acuerdo al peso.

Los desechos que genera la empresa son de tipo sólido orgánico que corresponde a diversos tipos de papel que es utilizado para la impresión de los productos como cajas, etiquetas, papelería comercial, entre otros. Los diversos tipos de papeles son: *couché*, *bond*, *Kraft*, *textote*, entre otros.

Y los desechos que se generan de los servicios sanitarios, como papel higiénico así como también desechos de alimentación que consume el personal. La cantidad de desechos que se genera en la empresa es de 100 libras de papel quincenalmente.

### **3. PROPUESTA PARA REALIZAR EL TRATAMIENTO DE RESIDUO DE TINTAS Y DESECHOS SÓLIDOS**

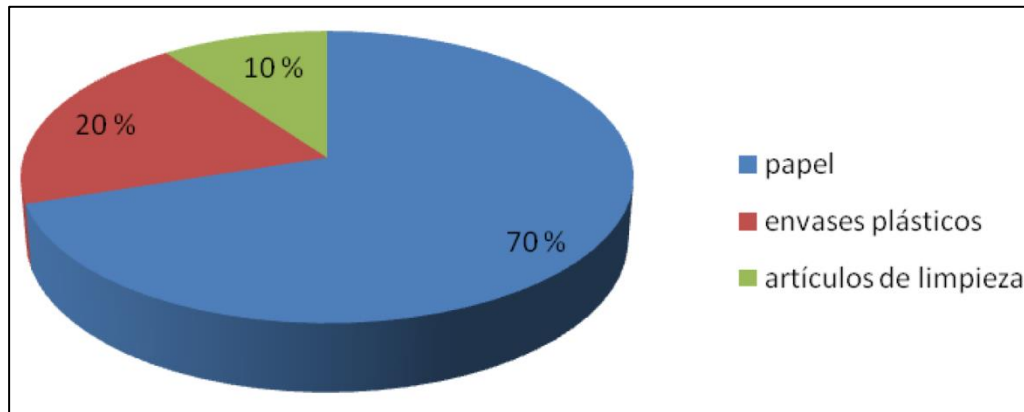
Al estudiar la situación actual de la empresa, en cuanto a sus procesos de producción, se identifica la necesidad de un modelo de gestión que le permita producir sin contaminar y al mismo tiempo, aprovechar mejor sus recursos.

El principal objetivo de tratar adecuadamente los residuos del proceso litográfico, es cuidar el medio ambiente, como parte de la responsabilidad social que debe mantener toda empresa, sin embargo, esta práctica también contribuye a la optimización de su proceso productivo.

En términos generales, los principales residuos a tratar en la empresa son sólidos, como: papel impreso, papel periódico, acetatos, botes plásticos y cajas de cartón. Entre los residuos líquidos están la tinta y el resultante del procesamiento de imagen. Y finalmente, los residuos líquidos pero catalogados como tóxicos, peligrosos o inflamables, son los generados en el proceso de limpieza de máquinas.

Conforme al estudio se puede decir que el 70 por ciento de los residuos sólidos, está conformado por papel de diferentes tipos, 20 por ciento de envases plásticos y el 10 por ciento de artículos de limpieza. Los residuos líquidos tienen una proporción mínima, en comparación de los demás residuos, pero el alcance tiene mayor impacto al ser la causa de desperdicios sólidos.

Figura 16. **Representación porcentual de residuos sólidos**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Con base en lo anterior, la propuesta está enfocada en cuatro aspectos básicos, aplicables a los tres tipos principales de residuos identificados. Estos aspectos son:

- Las medidas para reducir la contaminación: se busca la forma de reducir los desperdicios a través del control desde su generación hasta su eliminación del sistema.
- El almacenaje: se establece el lugar apropiado para almacenar los residuos resultantes de los procesos productivos dependiendo el tipo, la fuente y el destino final.
- El transporte: se identifica la mejor ruta y medio para transportar los residuos.

- El tratamiento y disposición final: definición del manejo adecuado de residuos conforme su clasificación, desde su origen hasta su eliminación.

Los residuos pueden clasificarse según la etapa del proceso que se generan, tal como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla V. **Residuos de imprentas por etapa de generación**

| <b>Etapa</b>            | <b>Tipos de residuos</b>  |
|-------------------------|---|
| Procesamiento de imagen | Película expuesta y sobrante<br>Restos de papel<br>Revelador usado<br>Fijador usado<br>Químicos de lavado<br>Paños sucios<br>Envases de productos químicos<br>Pruebas rechazadas<br>Materiales vencidos |
| Pruebas                 | Restos de papel<br>Residuos de goma y adhesivos<br>Envases  |
| Procesamiento de placas | Placas dañadas<br>Envases de productos químicos<br>Solventes<br>Agua de lavado usada<br>Materiales vencidos   |
| Impresión               | Envases de tinta<br>Impresos rechazados<br>Residuos de tinta y solvente<br>Trapos<br>Placas usadas y dañadas<br>Soluciones fuentes usadas<br>Cilindros dañados<br>Aceite usado                          |
| Acabado                 | Papel<br>Adhesivos  |

Fuente: elaboración propia.

### **3.1. Disminución de desperdicio en el proceso de producción**

El proceso de producción de la empresa se divide en varias etapas, que son: el arte o diseño, la impresión, el troquelado y los acabados finales que se describieron y diagramaron en el capítulo anterior.

Las mejoras en el proceso de producción se pueden dar conforme a la implementación de normas, planteadas para cada etapa, a manera de evitar los desperdicios por descuidos en la operación. Estas normas se presentan a continuación.

#### **3.1.1. Normas para la etapa de diseño**

Al recibir un pedido, el diseñador gráfico es el responsable de elaborar los diseños del producto que el cliente solicite de acuerdo a sus especificaciones y presupuesto.

El diseñador debe realizar los modelos que sean necesarios hasta que el cliente de su aprobación, en cuanto a color, tipo y tamaño de letra, calidad de imagen, entre otros. Poniendo su mejor empeño desde el primer modelo.

Para obtener los negativos, se debe llevar el diseño final al proceso de fotomecánica; generalmente son cuatro, ya que se obtiene un negativo de color cyan, uno de color magenta, otro amarillo y otro negro.

Después de que se obtiene los negativos del diseño final, estos se trasladan a placas de aluminio. A este proceso se le llama quema de placas, las cuales se trasladarán al Área de Impresión. Tanto los negativos como las placas deben manipularse con cuidado para evitar daños y reposiciones.



### **3.1.2. Normas para la etapa de impresión**

Antes de iniciar con el proceso de impresión, el operario debe verificar que la máquina se encuentre en buen estado, que las placas sean colocadas adecuadamente, que la tinta se aplique en las proporciones correctas y que se cuente con el material a utilizar.

El operario también debe realizar pruebas de impresión antes de iniciar con el tiraje, en donde debe revisar los registros de corte, los márgenes y la calidad de impresión en cuanto a: colores, tamaño y forma de imágenes, bordes, entre otros.

Al iniciar con el proceso de impresión, es necesario revisar cada 5 minutos: la calidad de impresión, el nivel de tinta, la cantidad de material a imprimir para alimentar la máquina y la cantidad de material impreso para retirarla de la máquina.

Al terminar el proceso de impresión, el operario debe esperar el tiempo de secado estipulado para cada material y trasladar el producto al Área de Troquelado.

### **3.1.3. Normas para la etapa de troquelado**

El operario de la troqueladora es el encargado de preparar la máquina, colocando las cuchillas, perforadoras y cizas en las tablas correspondientes y ajustandolas a la máquina troqueladora cuidadosamente antes de iniciar el proceso de troquelado.

El operario debe realizar una prueba del troquel antes de iniciar el proceso, para verificar que los cortes o cizas cumplan con las especificaciones del producto requerido.

Durante el proceso de troquelado el operario debe verificar continuamente que el producto cumpla con las especificaciones dadas como parte del control de calidad.

Al finalizar el proceso el operario debe trasladar cuidadosamente el producto al Área de Acabados Finales, o empaquetarlo cuidadosamente según sea el caso.

#### **3.1.4. Normas para la etapa de acabados finales**

El operario encargado de los acabados finales debe verificar el pedido para saber si necesita pegado o doblado y según sea el caso trasladar el producto a donde corresponde.

Al iniciar el proceso de pegado, el operario debe verificar que la brocha esté en buen estado, que el pegamento no tenga grumos antes de aplicarlo.

Para el pegado es necesario que se compaginen las hojas de acuerdo a la cantidad de copias que se necesitan y al numerado; formando bloques del material a pegar.

Al separar los bloques, el operario debe ser cuidadoso y verificar que las hojas no se doblen o que el material esté bien apilado antes de aplicarle el pegamento con la brocha.

Al aplicar el pegamento, el operario debe ser cuidadoso para evitar excesos y derramamientos sobre el material, además, durante el proceso de secado debe cuidar que no haya materiales que puedan adherirse al producto y dañar el resultado final.

Para el doblado es necesario que el operario verifique que el área esté limpia, al igual que sus manos, para que al manipular el producto, este no se ensucie o se dañe.

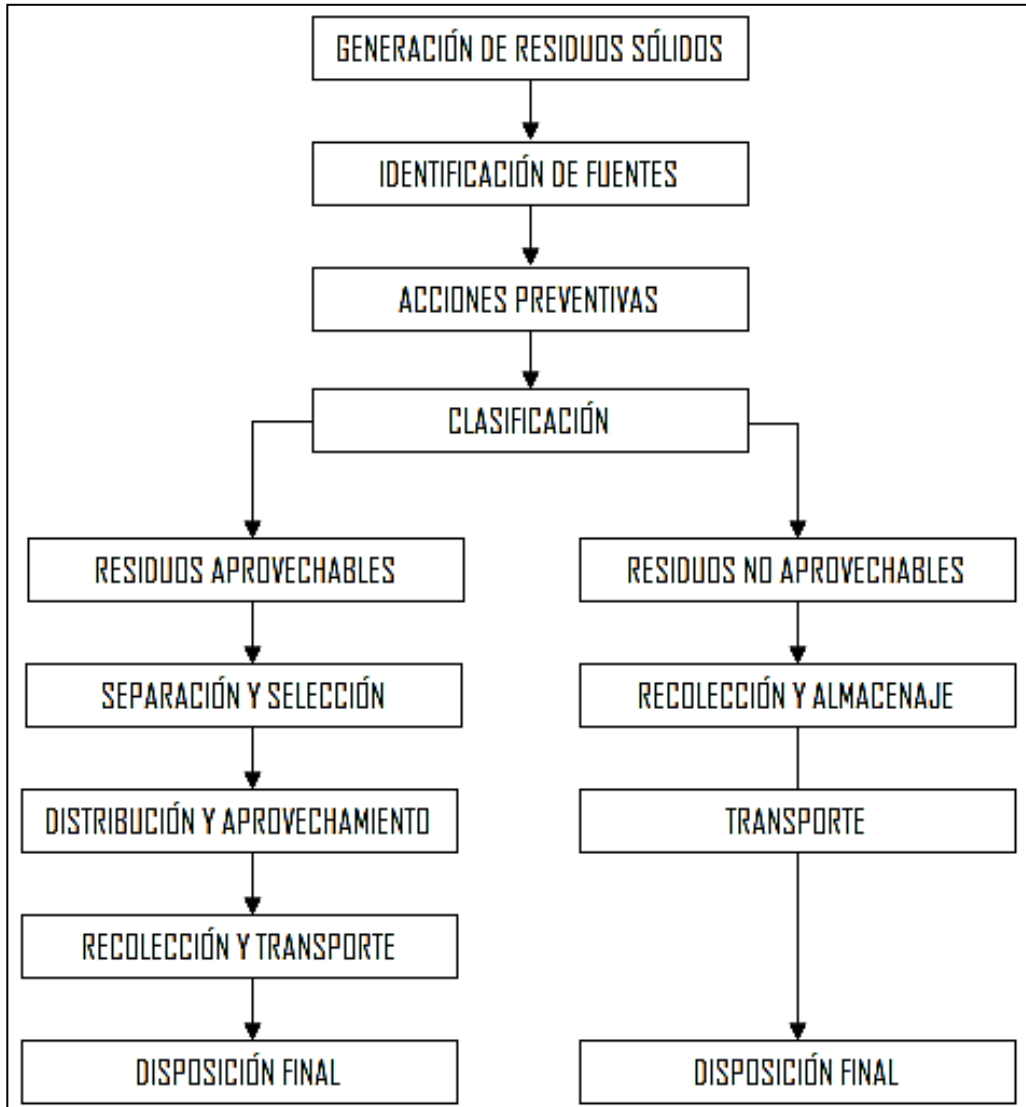
Al terminar el proceso de doblado o de pegado, empaquetar el producto como corresponda a manera de protegerlo hasta su entrega final, y trasladarlo a la Bodega de Producto Terminado.

### **3.2. Manejo integral de residuos sólidos**

La administración de un sistema de gestión integral de residuos sólidos en Guatemala, conforme a las leyes reguladas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, exige un monitoreo, supervisión y evaluación constante de las normas que se formulen dentro de las empresas para regular los procesos desde su generación hasta la disposición final.

Para el manejo integral de residuos sólidos en la empresa litográfica, se establecen las fuentes principales de dichos residuos, las acciones preventivas que se puedan aplicar para reducirlos o aprovecharlos y además se formulan las normativas de almacenaje, transporte y disposición final. Para esta empresa se elabora el siguiente diagrama, que permite visualizar el manejo integral de residuos sólidos.

Figura 17. Diagrama del manejo integral de residuos sólidos



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior, se establece que las fuentes principales de la generación de residuos sólidos en la empresa, son los que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VI. **Fuentes principales de obtención de residuos sólidos**

| <b>Núm.</b> | <b>Contenido</b>                |
|-------------|---------------------------------|
| 1.          | Proceso de pruebas              |
| 2.          | Proceso de preparación          |
| 3.          | Proceso de impresión            |
| 4.          | Proceso de limpieza de máquinas |
| 5.          | Proceso de corte                |

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.1. Medidas para la reducción de residuos sólidos**

Entre las acciones preventivas para la reducción de residuos sólidos, estos se enfocan en el 70 por ciento conformado por papel. Para ello se necesita llevar un mejor control de los desperdicios en las fuentes identificadas y una clasificación de todos los residuos.

- Proceso de pruebas: establecer un máximo de tres pruebas por diseño y tres pruebas con tirajes de cinco por calibración de color. Estos residuos se deben clasificar como papel impreso reutilizable si solo tienen un lado impreso y como no reciclable si es utilizado de ambos lados.
- Proceso de preparación: las cajas y envoltorios de papel en los cuales se entrega el material al Área de Impresión no deben ser tirados a la basura, ya que son materiales reutilizables y reciclables respectivamente. Es necesario tener las manos limpias al sacar los materiales de sus envoltorios para no ensuciarlos y realizar el proceso cuidadosamente para evitar doblar, romper o dañar el material. Todos los residuos sólidos de este proceso son reciclables.

- Proceso de impresión: controlar mejor los desperdicios por fallas en la nitidez de impresión, teniendo establecido que la cantidad de impresiones con nitidez varía en función del uso de acetatos o de placas y que la máquina tiene contador, es posible eliminar los desperdicios al controlar el máximo de impresiones por tiraje, si en caso estos solo se disminuyen, deberán clasificarse como papel impreso reutilizable.
- Proceso de limpieza de máquinas: el uso de papel periódico para la limpieza de las máquinas, puede reducirse con el uso de *wipe*, ya que este puede lavarse como mínimo dos veces. El papel periódico utilizado para limpieza de máquinas debe clasificarse como papel impreso no reciclable y el *wipe* como sólidos I.
- Proceso de corte: generalmente los desechos sólidos de este proceso son áreas no impresas que exceden del diseño solicitado, este no puede disminuirse pero si puede clasificarse como papel reciclable.

### **3.2.2. Materias primas**

El papel es la materia prima utilizada para la escritura y la impresión, de acuerdo al tipo de trabajo se emplean diversas clases de papel; para imprimir papelería comercial es usado el papel bond, el papel couché es especial para imprimir revistas o catálogos, el papel texcote es el más utilizado para la impresión de cajas, afiches, calendarios, entre otros, el papel adhesivo sirve para la impresión de etiquetas y *sticker*.

Las tintas de imprenta se componen de agentes colorantes que pueden ser pigmentos vegetal, mineral o sintético. Existen tintas que se secan por medio de oxidación, por evaporación o por absorción y por contacto con el

papel. Existen varias clases de tinta para imprenta; la elección depende de la velocidad con que se vaya a hacer esta y de la clase de papel que se vaya a utilizar.

La tinta de imprenta más simple es la de color negro y se emplea en las prensas tradicionales de baja velocidad, está hecha de negro de humo en aceite de linaza, al que generalmente se ha añadido un secante.

Cuando las impresiones son de cuatro colores (cyan, magenta, amarillo y negro) se evalúa o verifica si se obtienen los tonos exactos, sino es necesario basarse en una guía de colores llamada pantone en donde se establece el porcentaje de tinta a mezclar para obtener los colores deseados.

### **3.2.3. Almacenaje**

Todos los residuos sólidos que se generan en la empresa litográfica, deben ser almacenados según su clasificación de la siguiente manera:

- Papel impreso reutilizable: este debe almacenarse en el área de trabajo donde fue generada, por ejemplo en el caso de los bosquejos o las pruebas de impresión, se almacena en el Área de Diseño bajo el escritorio y en el Área de Impresión al lado derecho de la prensa. El recipiente de almacenamiento puede ser una de las cajas desechadas del Área de Preparación.
- Papel impreso reciclable: debe almacenarse en el área de trabajo donde fue generada, al lado contrario donde se encuentra el reutilizable para no ocasionar confusiones. El recipiente de almacenamiento puede ser una de las cajas desechadas del Área de Preparación.

- Papel de reciclaje: este papel se debe almacenar en el Área de Corte, ya que es donde se genera la mayor cantidad. El recipiente de almacenamiento es un contenedor metálico de un metro cúbico con rodos.
- Plástico: este debe almacenarse al final del Área de Corte, en un contenedor plástico de un metro cúbico aproximadamente.
- Sólidos I: los desechos de limpieza e inflamables incluidos en este grupo, se deben almacenar al final del Área de Corte, en un contenedor plástico de un metro cúbico aproximadamente, con tapa y debidamente identificado. Estos residuos incluyen las prensas, *wipe* y otros artículos utilizados para la limpieza de las máquinas.

#### **3.2.4. Transporte**

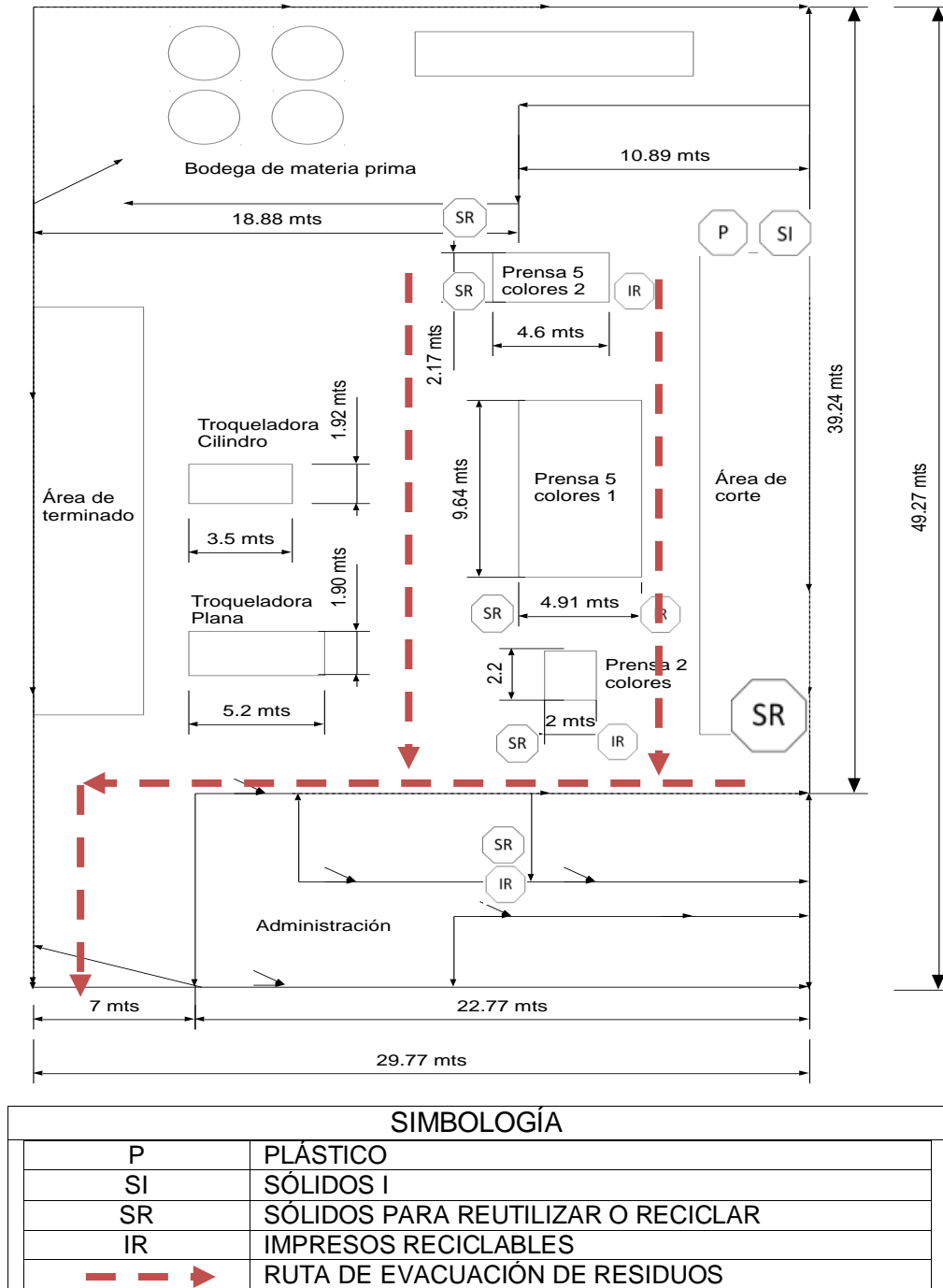
Permite enunciar la manera como se deben evacuar los residuos sólidos generados en el interior de la empresa. Los recipientes de almacenamiento para plásticos, sólidos I y el de papel de reciclaje, cuentan con rodos para poder ser trasladados con facilidad.

Los impresos no reciclables son trasladados hasta que se llene el recipiente de almacenamiento y los impresos reciclables no son trasladados a ningún lugar ya que son reutilizados en la empresa.

A continuación se presenta el croquis de la planta indicando los lugares de almacenamiento y la ruta que deben seguir al ser evacuado.



Figura 18. Propuesta para el almacenamiento y ruta de evacuación de residuos sólidos

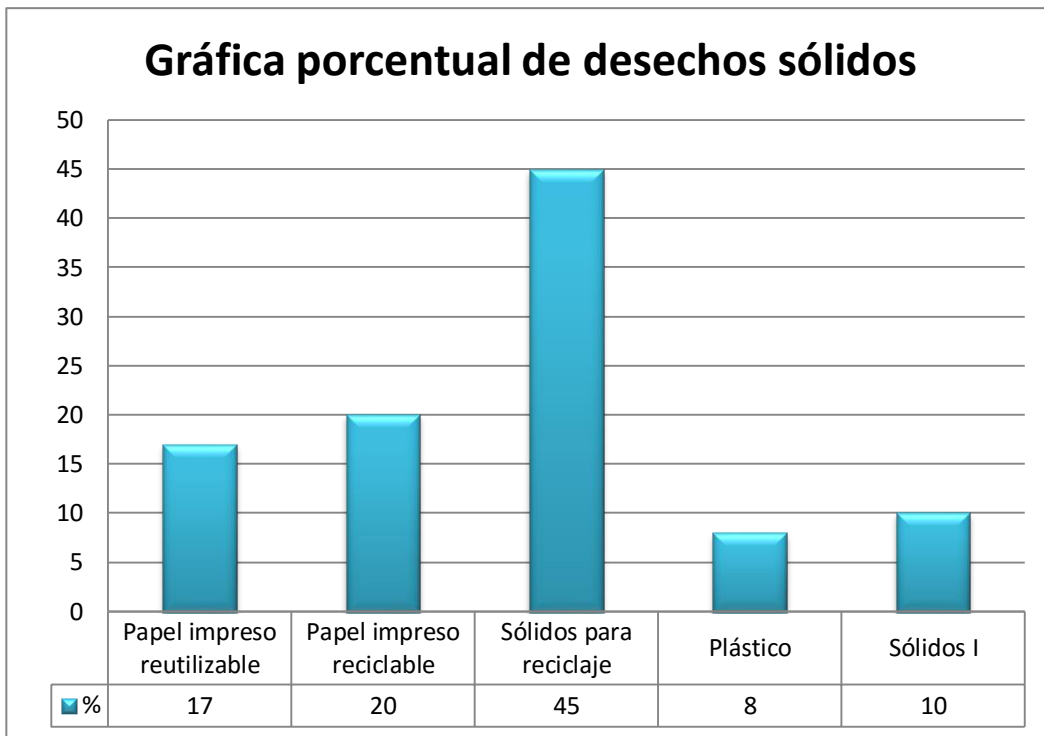


Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

### 3.2.5. Tratamiento y disposición final de residuos sólidos

Los desechos que genera la imprenta son de tipo sólido orgánico que corresponde a diversos tipos de papel que es utilizado para la impresión de los productos como cajas, etiquetas, papelería comercial, entre otros. Los diversos tipos de papeles, son: Couché, adhesivos, bond, *Kraft*, texlcote, entre otros.

Figura 19. Porcentaje de los desechos sólidos de la empresa



Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

El tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, también depende de su clasificación y todos son retirados por una empresa de reciclaje tal como se describe a continuación:

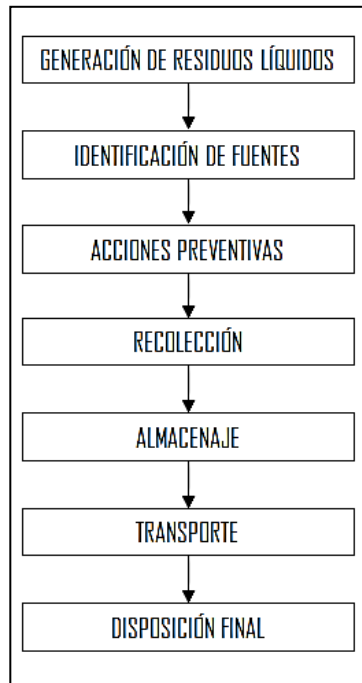
- Papel impreso reutilizable: este generalmente se refiere al papel resultante de los bosquejos y pruebas de impresión, el cual puede utilizarse nuevamente para imprimir en el reverso. Después de ser utilizado de ambos lados, este debe clasificarse como papel impreso reciclable.
- Papel impreso reciclable: está compuesto por los bosquejos y pruebas de impresión de ambos lados y son retirados los viernes de cada semana por la recicladora.
- Sólidos para reciclaje: este papel es el que se genera en el Área de Corte, en donde se almacena y por ser el de más volumen es retirado los días lunes y miércoles y sábado de cada semana por la recicladora.
- Plástico: este contiene todos los envases plásticos de las tintas y otros productos utilizados en la empresa para que sean retirados los días viernes por la recicladora.
- Sólidos I: en este contenedor están las prensas, *wipe* y otros artículos utilizados para la limpieza de las máquinas que pueden ser inflamables o tóxicos y también son retirados los días viernes por la recicladora.

### **3.3. Manejo integral de residuos de tinta**

En una empresa litográfica, la tinta y el papel son las principales materias primas, pero también son los materiales más desperdiciados cuando no se lleva un correcto control en los procesos productivos.

En las etapas de proceso de imágenes e impresión es donde puede detectarse las principales fuentes de residuos líquidos.

Figura 20. **Diagrama del manejo integral de residuos líquidos**



Fuente: elaboración propia.

El residuo líquido se constituye por aguas generadas en el proceso de impresión, aguas de enjuague, compuestos reveladores y aceites lubricantes. El listado posible de residuos líquidos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla VII. **Posibles residuos líquidos**

| <b>Posible residuo líquido</b>   | <b>Tipo constituyente</b> |
|----------------------------------|---------------------------|
| Revelador de película usado      | Hidroquinona              |
| Fijador de película usado        | Plata                     |
| Agua de enjuague del fotoproceso | Plata                     |

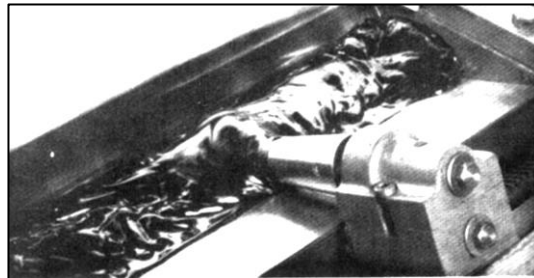
Fuente: elaboración propia.

Las tintas litográficas están formuladas para imprimir superficies planográficas, las cuales utilizan el principio de que la grasa y el agua no se mezclan. Por lo general, tienen buena concentración de color para compensar la pequeña cantidad que se aplica.

Las tintas pueden contener materiales que hacen que los residuos generados sean eventualmente considerados peligrosos, tales como el metal utilizado para la coloración y los solventes utilizados para acelerar el proceso de secado. Es importante hacer notar que no se hace referencia a la materia prima en sí (tinta), sino solo a los probables residuos que se generan. Existen recomendaciones básicas para reducir el consumo de tinta o minimizar la generación de residuos, estos incluyen:

- Optimizar la cantidad de tinta a utilizar para cada trabajo.
- Mantener los envases cerrados.
- Sacar toda la tinta de los envases antes de la disposición.
- Uso de sistemas automatizados de dosificación.
- Cambios de materias primas: uso de tintas de base vegetal o de procesos de secado diferentes como las UV y EB.

Figura 21. **Agitador del tintero**



Fuente: empresa litográfica.

### **3.3.1. Medidas para la reducción de residuos de tinta**

Para reducir los residuos de tinta en el proceso de impresión, se puede iniciar desde que se recibe la orden de producción en planta, al determinar los colores y el tamaño del tiraje.

Durante el desarrollo del proyecto se emplearon distintas técnicas con el objetivo de reducir la contaminación de los residuos de tintas de impresión, reutilizando el contenido en agua y minimizando el coste de gestión el residuo final. En este proceso las medidas a tomar son las siguientes:

- Establecer cuanta tinta se requiere por tiraje, para aplicar en el tintero, únicamente la cantidad necesaria. Si se coloca demasiada tinta en el tintero, corre el riesgo de que se seque o que se contamine y que por lo tanto, haya que tirarla.
- Los operarios deben evitar la aspersion de partículas en el área de trabajo e impedir que la tinta quede expuesta a contaminación, ya que el tintero no cuenta con una tapa y si la tinta tiene partículas, estas afectan la calidad de la impresión.
- Colocar bien las cuñas del rodillo, si estas no se colocan adecuadamente, la tinta se derrama dentro de la máquina y no solo se desperdicia tinta, sino que hay que parar el proceso de impresión, limpiar la máquina e iniciar nuevamente el proceso de preparación de la misma.
- Los operarios y el bodeguero deben cerciorarse de que los envases de tinta estén bien cerrados, para evitar la contaminación de la tinta o que la tinta se seque.

- Cuando se limpien los rodillos, se debe verificar si la tinta disponible en el tintero puede ser reutilizada, de ser así, en lugar de tirarla se puede regresar a su envase de almacenamiento.

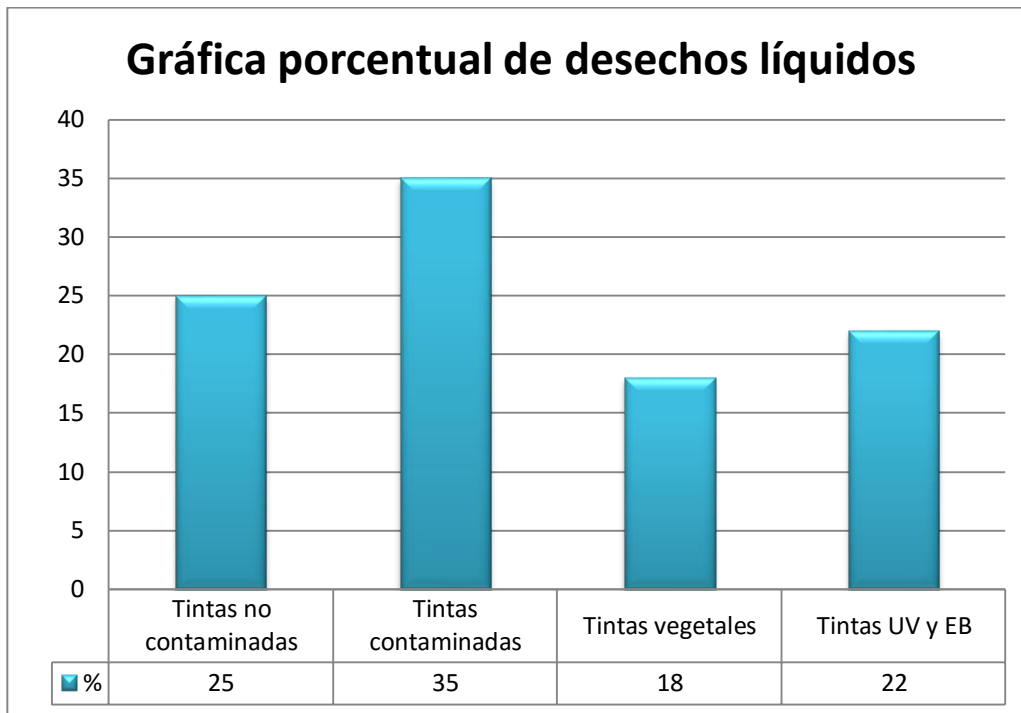
### **3.3.2. Almacenaje**

Las tintas son almacenadas en una estantería de la bodega, hasta su despacho por orden de producción, del mismo modo los disolventes están en bodega a la par del Área de Despacho a unos 4 metros del extintor. Respecto a la forma de almacenar los residuos de tinta, se deben de tomar las siguientes consideraciones:

- El período general de almacenaje de tintas no puede exceder de seis meses en bodega y de un mes en el área de trabajo. Si el operario considera que la tinta no será utilizada es preferible que emita una devolución de producto a bodega.
- El lugar de almacenamiento para la limpieza de máquinas, debe estar identificado como lugar de almacenamiento de residuos peligrosos.
- El lugar de almacenamiento debe estar techado, lejos de fuentes de calor.
- Los residuos de tintas que van a ser reutilizados, deben almacenarse en el lugar de trabajo por un máximo de 5 días, correctamente identificados y bien tapados.
- Los residuos de tinta que van a ser desechados, deben ser almacenados en contenedores que tengan tapadera y que esté debidamente identificado.

Los residuos de tintas que se han de almacenar según las condiciones anteriores son las que se presentan en la siguiente gráfica y son descritas a continuación.

Figura 22. **Porcentaje de los desechos líquidos de la empresa**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

### 3.3.2.1. **Tintas no contaminadas**

También llamadas tintas de exceso, esta categoría incluye las tintas que han sido utilizadas en la fuente de impresión, son las que quedan en los depósitos de tinta de la máquina. Aunque estas pueden ser recicladas, es la manera más eficiente de manejarlas.



### **3.3.2.2. Tintas contaminadas**

También llamadas tintas combinadas, esta categoría incluye tintas que han sido utilizadas en la fuente de impresión. Usualmente se encuentran contaminadas con fibras de papel, solventes y tintas de otros colores. Para este tipo de tintas el reciclaje consiste en una filtración, reacondicionamiento y remezclado.

### **3.3.2.3. Tintas vegetales**

Los aceites son en parte realidad (existen varias tintas de aplicación comercial en el mercado) y en parte una técnica en desarrollo que merece ser considerada. Es un recurso renovable el cual ayuda a la industria. El aceite vegetal más nuevo es el de soya, el cual también se conoce comúnmente como tinta en base a soya.

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

### **3.3.2.4. Tintas UV y EB**

Las tintas de tipo ultravioleta (UV) y del tipo haz digital (EB, del inglés *electron – beam*), se curan por la polimerización causada por la exposición a energía UV o EB, no contienen solventes.

Estas tintas no curan hasta ser expuestas a la fuente de energía correspondiente, de modo que pueden permanecer en las fuentes de las impresoras por largos períodos de tiempo, reduciendo de esta manera las operaciones de limpieza.

El mayor inconveniente de ellas es el costo, por lo cual los pequeños productores difícilmente serán capaces de afrontar el costo de la inversión inicial. Además, las tintas usadas son más caras que las convencionales o las de base a soya.

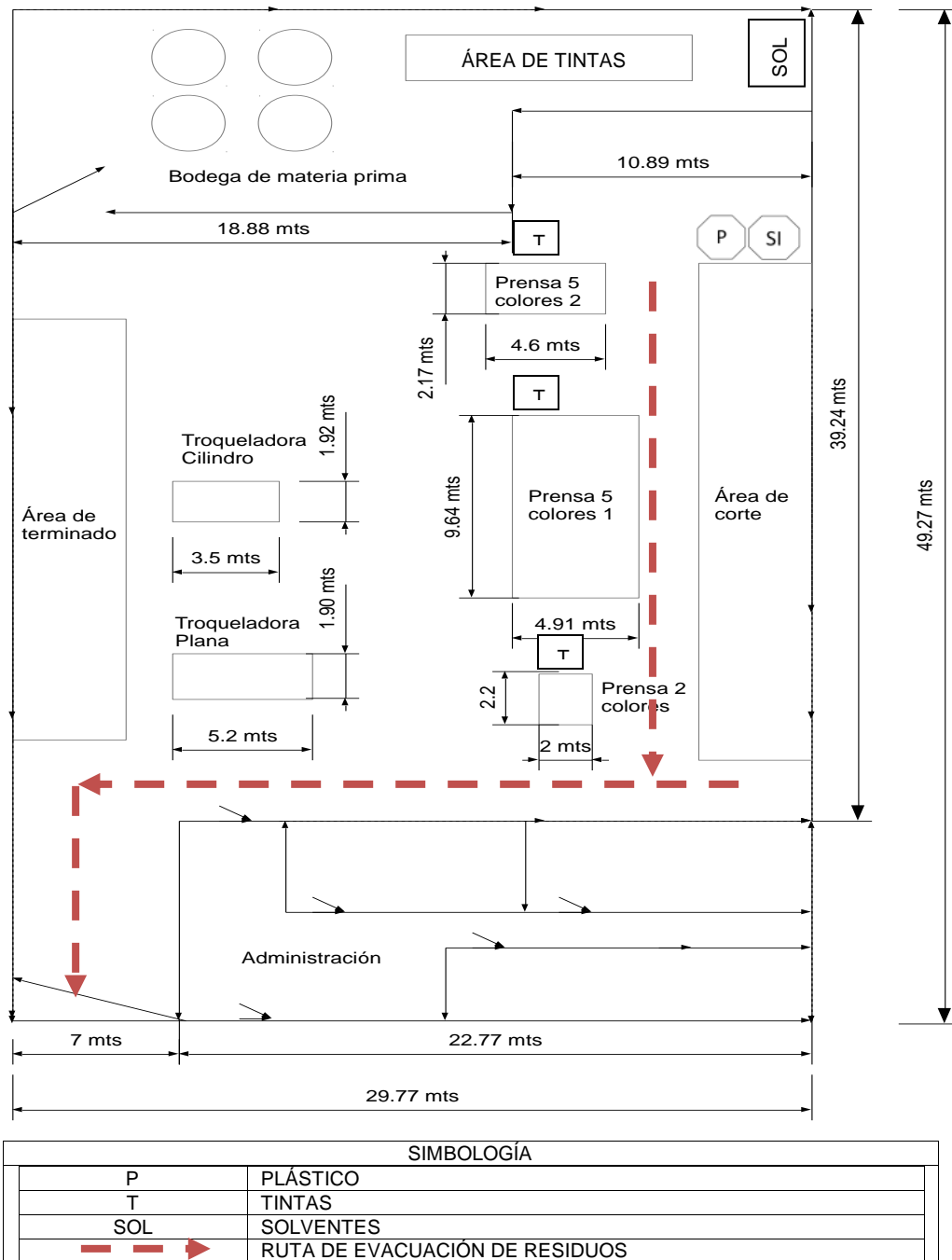
También existe el riesgo de exposición a los rayos ultravioleta o beta por parte de los operarios, por lo cual es necesario contar con los equipos de seguridad apropiados y que los protejan contra estos riesgos.

### **3.3.3. Transporte**

La tinta es transportada en cajas de bodega al Área de Impresión, ahora los residuos de tinta, se colocan dentro de los recipientes vacíos de tinta y son clasificados como plásticos y desechados como tal.

La ruta que debe seguir las tintas, sus residuos y artículos de limpieza dentro de la planta se presenta en la siguiente figura.

Figura 23. Propuesta de almacenamiento y ruta de evacuación de residuos de tinta



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

### **3.3.4. Tratamiento y disposición final de residuos de tinta**

Hay diversos tratamientos de residuos de tinta que puede aplicarse para disminuir el impacto negativo que pueda tener esta en el ambiente, por ello se describen los más comunes.

#### **3.3.4.1. Tratamiento fisicoquímico**

Este tratamiento consiste en la adición de ciertos productos químicos al agua residual para provocar la aglomeración de la materia orgánica y favorecer su eliminación.

Se consiguió una reducción de la demanda química de oxígeno del 90 % y color inapreciable en dilución 1:40. No obstante, el elevado coste de los productos químicos (coagulantes y floculantes) necesarios, así como la elevada cantidad de fangos que se generan (75 % en volumen) hace esta solución inviable.

Figura 24. **Dilución 1:40 del clarificado**



Fuente: empresa litográfica.

### 3.3.4.2. Concentración del vertido mediante evaporación natural y al vacío

Natural: proceso de evaporación debido exclusivamente al intercambio de calor entre el agua y la atmósfera. Es necesario el uso de superficie disponible de  $6\text{m}^2$  por cada  $\text{m}^3$  de agua a tratar.

Figura 25. **Residuo seco tras evaporación natural**



Fuente: empresa litográfica.

A vacío: se aporta energía externa para aumentar la tasa de evaporación natural. Es fundamental reconocer que esta solución es la que mejores resultados presenta, consiguiendo una minimización del residuo original al 22 % de su peso inicial.

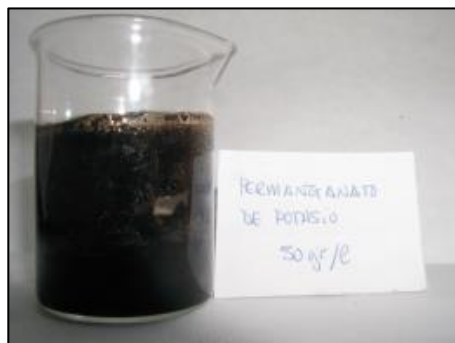
Figura 26. **Planta piloto de evaporación al vacío**



Fuente: empresa litográfica.

Oxidación: los tratamientos de oxidación con potasio peroxodisulfato y permanganato de potasio no son los más adecuados ya que en lugar de clarificarse el agua residual, se obtuvo una coagulación de la materia orgánica.

Figura 27. **Tratamiento con permangato de potasio**

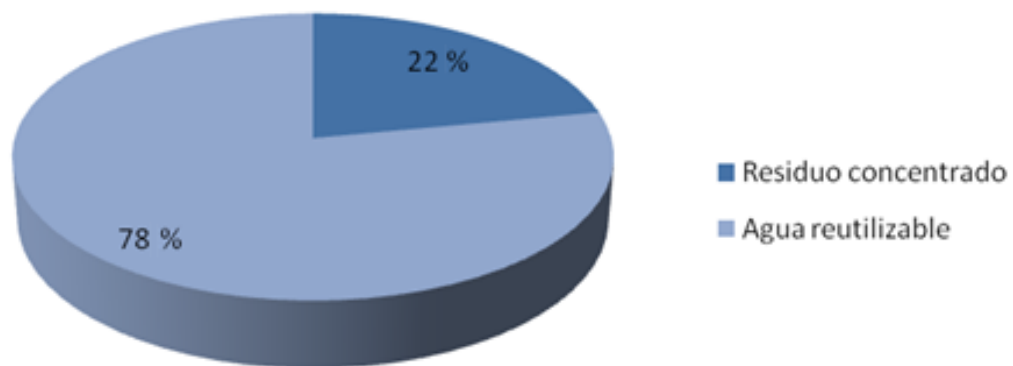


Fuente: empresa litográfica.

Carbón activo: la rápida saturación de los poros del carbón activo hizo inviable este tratamiento para los residuos de tintas de impresión.

Entre todas las técnicas, la técnica de evaporación al vacío es la que mejores resultados ha proporcionado para tratar los residuos de tintas de impresión, obteniéndose un residuo concentrado (22 %) y un agua susceptible de reutilización en el proceso (78 %).

Figura 28. **Resultados del tratamiento con evaporación al vacío**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Es por ello, y con base en lo anterior, todos los residuos considerados entre el grupo de tinta, deben ser tratados de la siguiente forma:

- Cuando la tinta es contaminada con partículas, en el proceso de producción, esta debe ser retirada aunque sea una gran cantidad y colocada en recipientes vacíos de tinta para evitar el derrame de tintas, incluso, dentro de los contenedores.

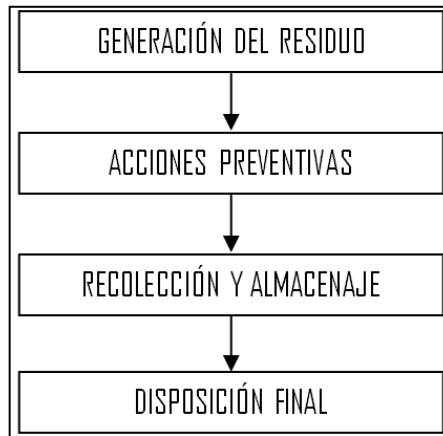
- Todos los envases de pinturas, tintas, pegamentos y barnices pueden ser reciclados después de ser limpiados de residuos, por lo que se deben limpiar antes de ser colocados en el recipiente de almacenamiento.
- En cuanto a las pinturas, tintas, pegamentos y barnices en una primera etapa son trituradas y los residuos líquidos se separan, estos pueden ser colocados en bolsas de papel antes de ser retirados del área.
- En un segundo paso el material se enfría a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  y es procesado en un molino de martillo para separar las sustancias residuales. Las sustancias residuales pueden ser utilizadas como sustitutas al combustible.
- Los materiales utilizados en la aplicación de pinturas, tintas, pegamentos y barnices tales como pinceles, la ropa y el material absorbente no pueden ser reciclados y deben ser sometidos a un proceso térmico en sitios apropiados para ser destruidos.
- Finalmente, los residuos son retirados por la recicladora, según la clasificación realizada.

### **3.4. Manejo integral de residuos generados en la prensa**

La única fuente generadora de este residuo es el proceso de impresión dentro de la empresa. El mayor residuo generado en el proceso de impresión, son las prensas que se utilizan, las cuales son placas en las que se coloca el arte a trabajar, según el diseño requerido por el cliente. Estas placas al utilizarse, se deben clasificar y trasladar a un área en la cual no genere contaminación cruzada, para evitar el daño a la materia prima y al trabajador por tener residuos químicos.



Figura 29. **Manejo integral de prensas como residuos**



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan algunas opciones para la reducción de contaminación por el uso de placas, la forma en que se deben almacenar y transportar dentro de la empresa, así como el tratamiento y su disposición final.

### **3.4.1. Medidas para reducir la contaminación por el uso de placas y acetatos**

Para reducir la contaminación por el uso de placas, la empresa puede implementar medidas para no desechar más placas o acetatos de las necesarias. La contaminación que produce el uso de placas, es menor que la producida por los acetatos, debido al máximo de impresiones que aguanta cada uno, es decir, para sacar un pedido de 10 000 unidades, se pueden usar tres placas o seis acetatos, los cuales deben ser desechados por desgaste. Sin embargo, las placas y acetatos también son desperdiciados debido al mal uso de los mismos.

En relación a lo anterior, se determina que las principales fuentes de desperdicios de acetatos y placas son el proceso de almacenaje, de preparación, pruebas y el de limpieza. Entre las medidas de reducción están:

- El personal operativo debe ser cuidadoso al colocar los acetatos o las planchas en las máquinas durante el proceso de preparación y en el proceso de pruebas, para evitar dañarlos y de este modo disminuir la cantidad desechada.
- El bodeguero y el operario en planta, debe tener en consideración las medidas de almacenaje que corresponde a estos materiales para evitar daños en los mismos antes de su uso.
- Las planchas pueden ser reutilizadas, siempre y cuando sean limpiadas inmediatamente después de su uso y de una forma adecuada para no dañarlos.

### **3.4.2. Almacenaje**

Para almacenar las placas en la empresa, se deben tomar las siguientes consideraciones:

- El período de almacenaje no puede exceder de un mes.
- El lugar de almacenamiento debe estar identificado y alejado de fuentes de calor.
- Los recipientes de almacenamiento deben estar cerrados.
- Si las planchas se van a almacenar en posición horizontal, deben colocarse en bolsas de polietileno negro no tratado.

- Si las planchas son apiladas, no debe exceder de 15 cm de altura y es necesario que se coloque una hoja de papel o algún material de empaque entre ellas y no apilarlas directamente una sobre la otra.

Para la rotulación de los residuos peligrosos deben darse por medio de un rótulo de un rombo de color rojo, rombo mitad superior blanco y mitad inferior negro lo cual identifica a un producto corrosivo.

### **3.4.3. Transporte**

Las placas y acetatos son transportados dentro de la empresa de la siguiente manera: pasan de bodega al Área de Diseño, luego pasan de Diseño al Área de Impresión y de allí son almacenadas en un recipiente hasta que son retiradas por la empresa recicladora.

### **3.4.4. Tratamiento y disposición final de placas**

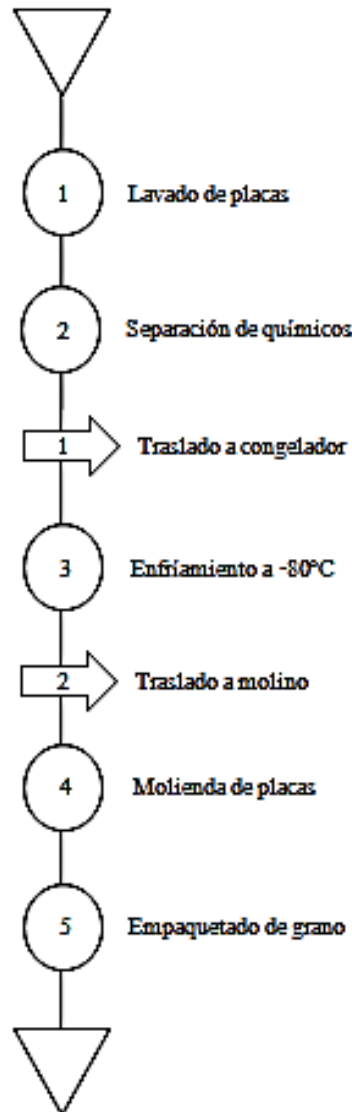
Las placas no pueden ser tratadas dentro de la empresa porque requiere de maquinaria y químicos especiales; además, el proceso debe ser realizado por personal calificado. Tomando esta consideración, en la empresa se tomó la decisión de que el tratamiento quedara a cargo de la empresa recicladora con la cual se trabaja.

Según la explicación del técnico de la empresa recicladora, las placas deben pasar a un proceso de destrucción, separando los químicos primero, luego el material se enfría aproximadamente a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se destruye por medio de un molino de martillo. El material resultante puede fundirse nuevamente para devolverle sus propiedades y reutilizarse en la fabricación de prensas.

Figura 30. Diagrama de operación de destrucción de placas

Diagrama de operaciones:  
 Proceso de destrucción de placas  
 Departamento de Impresión (prensas)  
 Inicia: Desecho de placas o prensas  
 Finaliza: reciclaje de placas o prensas

| Descripción | Figura | Cantidad | Tiempo |
|-------------|--------|----------|--------|
| Operación   | ○      | 5        | N/A    |
| Transporte  | ⇒      | 2        | N/A    |
| Almacenaje  | ▽      | 2        | N/A    |



Fuente: elaboración propia.

Aunque el proceso de destrucción se realiza fuera de la empresa litográfica, se toman medidas necesarias para evitar la contaminación cruzada que puede provocar el tener las placas expuestas.

Conforme a lo anterior, se propone que las placas que deben ser trasladadas a la recicladora, se coloquen en recipientes con tapaderas debidamente identificados y llevados a la bodega donde serán almacenadas hasta que la empresa recicladora las recoja y deje los nuevos recipientes disponibles para reiniciar este proceso.

Figura 31. **Recipiente para almacenar placas**



Fuente: *Caja Almacenaje Clear View Bajo Cama Sterilite.*

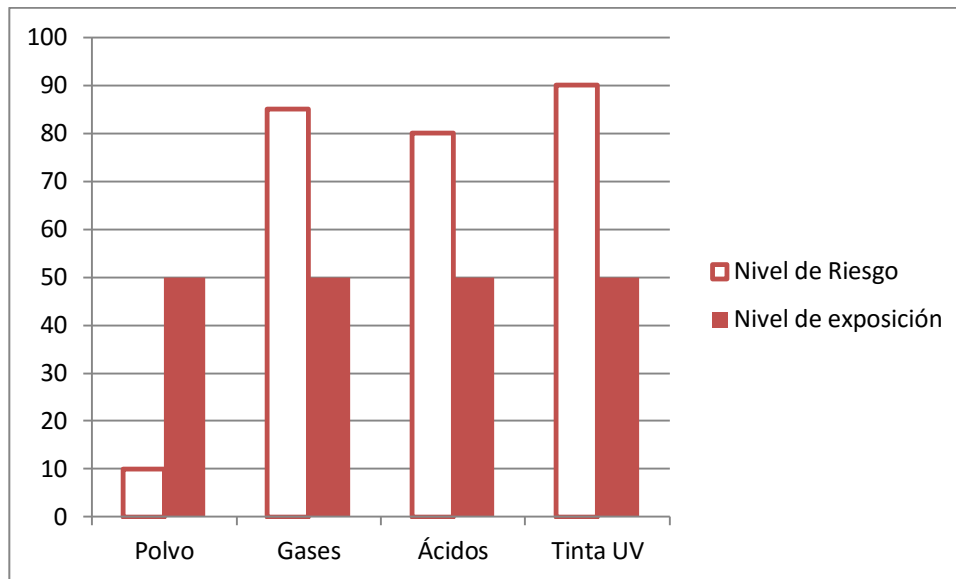
<https://www.muchoaterial.com/articulo/14353/CAJA%20ALMACENAJE%20CLEAR%20VIEW%20BAJO%20CAMA%20STERILITE>. Consulta: 20 de octubre de 2014.

Este tipo de recipientes permite almacenar los desechos de forma ordenada, facilita el transporte de las mismas dentro de la planta y evita accidentes con las mismas durante su manipulación; además de evitar que estas puedan dañar otro material.

### **3.5. Grupo de productos químicos que son nocivos a la salud**

Existen diferentes productos químicos que son nocivos a la salud, más cuando el organismo se ve expuesto en áreas de trabajo en las cuales se utilicen solventes, tintas o polvo.

Figura 32. **Nivel de riesgo versus nivel de exposición**



Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

La gráfica anterior, muestra el nivel de riesgo para la salud de los trabajadores de una empresa litográfica a un mismo nivel de exposición, de media a alta durante ocho horas diarias en un mes. A continuación se describe cada uno de estos elementos y los efectos que pueden tener en la salud de los empleados expuestos.

### 3.5.1. **Polvo**

El polvo puede constituir tan solo una molestia: su peligrosidad depende del tipo de materia que lo forme, así como de la cantidad de partículas y del tamaño de las mismas. Cuanto menor sea la partícula, más profundamente accederá a los pulmones al ser inhalada con el aire.

### **3.5.2. Gases**

La exposición a vapores de metales puede provocar daños en el organismo, como la denominada fiebre de vapores metálicos, originado por inhalación de vapores metálicos, frecuentemente con zinc.

Los gases no necesariamente desprenden un olor que sirva de advertencia de que la concentración en que se hallan sea peligrosa. El olor puede ser perceptible solo en altas concentraciones en el aire. Los gases pueden ser irritantes o bien llegar a la circulación y provocar daños internos.

### **3.5.3. Ácidos**

Cuando se usan ácidos o bases fuertes, suelen emplearse soluciones acuosas de los mismos, que producen un efecto cáustico en los tejidos humanos. Al trabajar con ácidos o con bases, es posible que se generen nieblas de causticidad equivalente a la de las soluciones.

Algunos ácidos son explosivos en contacto con materia orgánica. Los tratamientos de piezas de metal en baños ácidos pueden ser fuente de graves daños; el baño puede contener más de un ácido en una mezcla y liberar hidrógeno gaseoso, que es inflamable, así como nieblas de los ácidos al introducir las piezas metálicas.

Entre las bases habitualmente empleadas se encuentran el amoníaco y los hidróxidos de sodio y de potasio, que son cáusticos para los tejidos humanos (el efecto se percibe después de cierto tiempo). Las bases atraviesan la piel y causan úlceras profundas. Cuando se encuentran como soluciones acuosas

diluidas, provocan irritación. Los hidróxidos de sodio y de potasio tienen aplicación, por ejemplo, en los baños calientes para desengrasar metales.

#### **3.5.4. Tintas**

Las tintas UV, que se utilizan en el proceso de curado, crean el riesgo de absorción de rayos UV que producen irritaciones y quemaduras en la piel.

Además, la energía UV puede también causar que el oxígeno en el aire alrededor de la zona de curado forme moléculas de ozono ( $O_3$ ), las cuales poseen tres átomos de oxígeno en vez de los dos usualmente encontrados en el oxígeno natural.

El ozono en la atmósfera superior alrededor del planeta es bueno, puesto que protege de la excesiva exposición a los rayos UV del Sol, pero dentro de nuestra zona de respiración no es muy saludable.

Las altas concentraciones de ozono a nivel del suelo pueden causar dificultad para respirar, tos, respiración asmática, dolores de cabeza, náusea e irritación de ojos y garganta. El ozono puede limitar severamente la respiración en las personas que sufren bronquitis, neumonía o asma.

### **3.6. Análisis financiero**

Es una herramienta que pretende ordenar y sistematizar la información de carácter monetario de la producción de la empresa, es el análisis de costos y gastos necesarios que el inversionista debe considerar para la viabilidad de un proyecto, donde se asignará el recurso financiero, así como la identificación de la inversión fija, inversión en capital del trabajo e inversión total.



En el caso específico de un proyecto, el análisis financiero se refiere al total de recursos económicos necesarios para que la propuesta se pueda implementar y la capacidad de inversión que posea la empresa que desee implementarlo.

Al iniciar el proyecto la empresa autorizó realizar el estudio, por el interés de disminuir la cantidad de desechos o residuos generados en sus procesos productivos, sin embargo, notificó que no podía compartir información financiera y que no estaba en posibilidad de invertir.

Son muchas las empresas que no les gusta compartir su información financiera; hay otras que creen que para realizar mejoras siempre es necesaria una gran inversión; y también hay empresas que consideran que el tomar medidas para que los procesos productivos no dañen el ambiente, es desperdicio de recursos económicos. Este proyecto se crea con altas expectativas de resultados, buscando alternativas de bajo costo y el mínimo de inversión. Con base en lo anterior se presenta la siguiente información:

Las mejoras en el proceso productivo basadas en normas para la disminución de desperdicios de acuerdo a la etapa de producción presentadas en el inciso 3.1., tiene un costo mínimo. Puede calcularse con la sumatoria del costo de una hora extra de cada uno de los empleados involucrados en el proceso, más la hora de la persona que comparta la información, más el costo de cuatro páginas impresas. Por ejemplo:

13 trabajadores, todos con sueldo mínimo,  $Q14,76 * 13 = Q 191,88$

1 gerente o capacitador con hora extra a  $Q49,67$

Material impreso para 14 personas.  $Q0,60 * 14 = Q 8,40$

Costo total =  $Q249,95$

El manejo integral de residuos sólidos y líquidos, propuestos en el inciso 3.2. y 3.3, requiere de la misma inversión calculada anteriormente, porque únicamente requiere que se les comparta la información a los operarios. Agregándole el valor de la planta piloto de evaporación al vacío para el tratamiento de residuos de tinta.

El manejo integral de residuos generado en la prensa, propuesto en el inciso 3.4., no requiere inversión porque para eso se contacta a una empresa recicladora que asume el costo de inversión de recipientes para el traslado de las placas y acetatos, recoge el material en días determinados y se encarga de procesar adecuadamente este desecho sin costo alguno para la empresa litográfica.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

Para diseñar y poner en funcionamiento el manejo integral de residuos, deben tenerse en cuenta las actividades que se desarrollan en el sitio de trabajo, de forma real y clara, con propuestas de mejoramiento continuo de los procesos y orientado a la prevención y a la minimización de riesgos para la salud y el ambiente.

El compromiso debe responder claramente a las preguntas qué, cómo, cuándo, dónde, por qué, para qué y con quién. Desde el momento en que se implemente el manejo integral de residuos, la orientación de la organización será la de evitar y minimizar la generación de residuos sólidos, tanto peligrosos como no peligrosos, mediante la utilización de insumos y el desarrollo de procedimientos que aporten menos materiales a la corriente de residuos, así se adelantará una adecuada segregación de los residuos, logrando mayores aprovechamientos cuando esto sea técnica y ambientalmente viable, y por último, se garantizará una adecuada disposición final de los residuos

Las propuestas que se describen a continuación contribuyen a mejorar los métodos de trabajo que se utilizan en el proceso de producción de la litografía, de acuerdo a la capacidad y disponibilidad del personal.

El objetivo principal de una propuesta de prevención es orientar al sector industrial litográfico en materia ambiental, entregándole herramientas de prevención y control de la contaminación.

La prevención de la generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos desde su origen, es la forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos a manejar, el costo asociado a su manipulación y los impactos a la salud y al ambiente. Esta actividad implica:

- La adopción de buenas prácticas, la optimización de los procesos, el cambio a tecnologías limpias, la sustitución de materias primas y la modificación de productos.
- La utilización de una menor cantidad de empaques, solicitando al proveedor la entrega de productos sin envolturas innecesarias, y el empleo de empaques que sean susceptibles de aprovechamiento.
- La reutilización de elementos que se generan en las organizaciones. Igualmente, el reciclaje de materiales, y el aprovechamiento de subproductos utilizándolos como materias primas.
- Sustitución de materias primas: por ejemplo utilizar colorantes de bajo impacto ambiental, sustituir lacas solubles en disolventes por lacas solubles en agua o sustituir solventes orgánicos por productos a base de agua.
- Modificación del proceso productivo, como por ejemplo, mejorar los métodos de aplicación de tintes, curtido sin cromo.
- Buenas prácticas operacionales, como el control de inventarios de materias primas utilizadas con el fin de establecer la cantidad de residuos a generar, buscando su reducción, implementando la optimización de los procesos productivos.

En torno a estos procesos la organización debe establecer un término concordante con los resultados esperados y plantear una serie de objetivos y metas cuantitativas que permitan su medición.

Estas pueden estar asociadas con actividades de reutilización de materiales que lo permitan, cambio en los insumos empleados en los procesos desarrollados y que generan impactos ambientales negativos por otros de menor impacto, reducción en la cantidad de residuos generados, incremento en la destinación adecuada de los residuos, establecimiento de acuerdos con proveedores de insumos o productos para la devolución de elementos vencidos, deteriorados o remanentes, entre otras metas que la organización considere necesarias.

Estas metas podrán ser de corto, mediano y largo plazo de acuerdo con las características de cada organización y con los procesos que cada una de ellas emprenda. Por otra parte, la separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación inicial de manera selectiva de los residuos sólidos no peligrosos de los peligrosos, procedentes de cada uno de los centros generadores de la organización, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Posterior a los procesos que evitan y minimizan la generación de residuos y que favorecen una correcta separación en la fuente, se debe disponer de recipientes adecuados, que sean de un material resistente, que no se deterioren con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento.

## **4.1. Utilización de tintas**

Implementar un mejor manejo en la utilización de las tintas litográficas, como cambiar de tecnología, usar tintas en base vegetal o de procesos de secado diferentes como las tintas UV y EB necesita de una inversión inicial demasiado alta para cambiar equipos, por lo que es recomendable seguir con las mismas tintas litográficas solo que hay que enseñar y capacitar a los operarios para que estimen en la forma más exacta la cantidad de tinta necesaria para cada trabajo y en la utilización de colores estándar.

### **4.1.1. Uso de colores estándar**

Lograr mayor eficiencia en el uso de los colores estándar. El beneficio desde el punto de vista ambiental está en el hecho de que se reduce la cantidad de recipientes metálicos de desecho y los residuos de tinta, tanto el que queda en los recipientes como los que se forman por la oxidación de la superficie de la tinta. Con esta propuesta e implementación también se tiene un impacto positivo por la reducción indirecta del consumo de solventes.

En las litografías, las órdenes de trabajo son muy repetitivas o a veces son de un tamaño significativo, tomando en cuenta que la cantidad de tinta estándar que se usa es considerable y que siempre se manejan cuatro colores, estas tintas, que vienen generalmente en presentaciones relativamente pequeñas, generan una cantidad excesiva de recipientes metálicos de desechos con tinta residual.

Para evitar el problema anteriormente descrito, se recomienda que para los colores estándar con un alto grado de consumo se incremente el tamaño de los recipientes y que se utilice un sistema de bombeo especial.

De esta manera se podrá sacar del recipiente solamente la cantidad de tinta necesaria para el trabajo.

#### **4.2. Utilización de solventes**

El uso adecuado de los solventes, como buscar alternativas de solventes miscibles en agua o de baja volatilidad y enseñar a los trabajadores el buen manejo de los trapos de limpieza, son pequeñas variaciones de técnicas de limpieza que se pueden implementar.

El uso de solventes ecológicos conlleva a la reducción drástica del peligro de incendio en los talleres, permite mantener el aire dentro del taller sin vapores contaminantes y evita que los rodillos se tengan que reencauchar con frecuencia.

Cada vez que se termina un trabajo o que se necesita cambiar de color, es necesario descargar la tinta que se encuentra en la máquina. Este es un proceso repetitivo durante toda la jornada de trabajo y siempre se debe efectuar minuciosamente para evitar la contaminación de los siguientes colores y para evitar que en los rodillos de tinta queden con residuos.

Para efectuar esta labor de descarga o limpieza de la tinta, tradicionalmente se han utilizado solventes que atacan el vehículo base de la tinta, disolviéndola y de esta forma facilitando su remoción. Estos solventes en la mayoría de los casos son solventes orgánicos derivados del petróleo: *thinner*, varsol, gasolina, tolueno y otros.

Los solventes orgánicos clásicos en las artes gráficas presentan una serie de inconvenientes que los hacen ser elementos de un alto grado de peligrosidad. Fácilmente pueden originar incendios debido a sus propiedades como sustancias inflamables por su bajo punto de ebullición y a que toda la industria de artes gráficas cuentan con materiales que fácilmente se pueden quemar, sean estos: papeles, barnices, tintas o caucho.

Se recomienda utilizar nuevos solventes, en su mayoría con base orgánica, miscibles en agua y en general menos flamables. Además, estos no se evaporan fácilmente y no generan vapores perjudiciales.

#### **4.3. Acciones en Área de Producción**

Las acciones para el manejo de disolventes en el Área de Producción, beneficiarán para evitar accidentes y enfermedades a los trabajadores.

##### **4.3.1. Manejo de disolventes**

Dentro de las acciones que debe tomar la empresa en el contacto con disolventes son:

- Utilizar sustancias que tienen las mismas propiedades pero son menos peligrosas.
- Exigir al fabricante fichas de datos de seguridad de los productos.
- Evitar el contacto de sustancias con la piel, utilizando:
  - Sistemas cerrados
  - Mezcladores



- Homogeneizadores
- Paletas
- Preparar los productos de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
  - No realizar mezclas de productos que no estén expresamente indicados por el fabricante.
  - Disponer de duchas, fuentes lava-ojos.
  - Evitar el uso de disolventes para la limpieza de manos. Utilizar jabones adecuados.
  - Disponer y utilizar los equipos de protección individual, con marcado CE, según las prescripciones de uso de estos y la ficha de datos de seguridad de los productos (guantes, gafas, pantallas, mandiles).
  - Almacenar los productos en lugares adecuados.
  - Mantener los recipientes cerrados.
  - Disponer de métodos de neutralización y recogida de derrames y de eliminación de residuos.
  - Disponer de recipientes con tapa de cierre automático, para depositar los trapos u otros materiales impregnados con estos productos.

#### **4.3.2. Confinamiento de disolventes**

El jefe de Producción debe confinar por completo un proceso de trabajo donde se empleen disolventes y utilizar un sistema de ventilación para evacuar los vapores producidos, es una de las mejores maneras de evitar que se difundan los vapores por los lugares de trabajo.

Si un disolvente peligroso o un proceso de trabajo con el mismo, no puede ser eliminado sustituido por uno menos peligroso, se le debe confinar para evitar que los trabajadores estén expuestos al mismo.

#### **4.3.3. Condiciones de las áreas de trabajo**

Para reducir los riesgos de aspiración de vapores, la empresa en estudio debe contar con dos sistemas de ventilación, que se exponen a continuación:

- Ventilación por aspiración: una ventilación efectiva que extraiga neblinas o vapores de la zona de respiración del trabajador, es un buen sistema para evitar la inhalación de disolventes. Los procesos de trabajo con disolventes que no puedan ser confinados deberían realizarse dentro de una campana de ventilación. Ese aspirador debe estar lo suficientemente cerca, como para captar todo el vapor de una manera adecuada, sin que este atraviese la zona de respiración del trabajador.
- Ventilación general: aunque no tan eficaz como la anterior para evitar la inhalación de vapores, la ventilación general puede facilitar la circulación de aire fresco y evitar la acumulación de vapores de los disolventes en los lugares de trabajo.

#### **4.4. Medidas de control de disolventes**

Las medidas de control que se deben utilizar cuando se realizan trabajos con disolventes son las siguientes:

##### **4.4.1. Control médico**

Para comprobar la eficacia de los métodos de control en el lugar de trabajo, la empresa debe de realizar periódicamente el control del aire, en torno a las zonas de trabajo, midiendo la cantidad de vapores en el aire.

Los niveles registrados deben mantenerse dentro de los límites de exposición profesional establecidos.

Un especialista en higiene industrial puede medir la cantidad de disolvente en el aire, ya que es un método seguro de determinar la cantidad de disolvente que respira el trabajador.

##### **4.4.2. Control higiénico**

Aunque ya sería tarde para evitar la entrada de los disolventes en el cuerpo del trabajador, el control higiénico puede a veces detectar los síntomas precoces del envenenamiento por disolventes. Desdichadamente, no es frecuente poder detectar enfermedades como el cáncer.

#### **4.4.3. Control de emergencias**

En caso de urgencia en el Área de Producción deberá existir un plan para hacer frente a la misma, frente al fuego, a las exposiciones y al envenenamiento.

Los equipos de primeros auxilios y de salvamento, deben estar en buen estado y los socorristas entrenados para reconocer los síntomas de la exposición a los disolventes y así poder administrar los primeros auxilios en caso de urgencia necesaria.

#### **4.5. Clasificación de desechos sólidos**

Los desechos sólidos se deben clasificar como papel y cartón, el cual se utiliza el proceso de impresión. Estos se deben recolectar y luego trasladarlos a una zona que no cause contaminación cruzada con la materia prima, ni tenga el riesgo de un incendio.

##### **4.5.1. Recolección**

Debe haber un control de la recolección y transporte externo de residuos sólidos debido a que deben ser recolectores autorizados por la Municipalidad de Guatemala, ya que deben transportar los desechos a los basureros autorizados y no ser depositados en lugares que puedan contaminar el medio ambiente, para lo cual se diseñó una lista de chequeo para las actividades inherentes a la recolección y transporte externo

Tabla VIII. **Actividades inherentes a la recolección interna de residuos sólidos**

| DESCRIPCIÓN   | SÍ | NO |
|---|----|----|
| ¿Tiene definidas rutas de recolección?  |    |    |
| ¿Se tienen establecidos horarios y frecuencias de recolección?  |    |    |
| ¿Realiza la recolección selectiva de los residuos en los puntos de generación?                          |    |    |
| ¿Los elementos empleados para la recolección de residuos peligrosos son de uso exclusivo para este fin? |    |    |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.5.2. Almacenaje**

El almacenaje se debe realizar en un área que no contamine la materia prima, que no esté expuesta al calor, fuego, ya que pueden provocar un incendio. Debe de estar señalada el área para evitar accidentes.

#### **4.5.3. Tratamiento**

Se debe de asegurar la caracterización física de los residuos sólidos generados en la empresa, así como el formato de registro para tener el control del manejo integral de los residuos.

Tabla IX. **Pasos para realizar una caracterización física de residuos sólidos**

| <b>ASPECTOS</b>                    | <b>DETALLE DE LAS ACTIVIDADES</b>  |
|------------------------------------|--|
| Logística de la caracterización.   | Confirmar el sitio donde se realizará la caracterización.                                      |
|                                    | Organizar formatos y listados para la caracterización.   |
|                                    | Corroborar la disponibilidad de las personas participantes en la caracterización.              |
|                                    | Verificar que los recursos físicos necesarios para desarrollar la actividad estén organizados. |
| Datos del personal participante.   | Registrar la información del personal para la caracterización.                                 |
| Lista de chequeo caracterización.  | Verificar que todo está preparado para la caracterización.                                     |
| Recolectar y rotular las muestras. | Guiar al responsable de la recolección de los residuos por la ruta establecida.                |
|                                    | Recolectar las muestras de residuos en las áreas de generación.                                |
|                                    | Rotular las muestras según el Área de Generación.  |
|                                    | Llevar control de las Áreas de Generación donde se recolectó el material.                      |
|                                    | Llevar los materiales al sitio donde se va a realizar la caracterización.                      |

Continuación de la tabla IX.

|  |  |
|--|--|
| Pesado de las muestras por área de generación. | Pesar la muestra que se recolectó en cada área de generación.  |
|  | Tabular la información.  |
|  | Mantener juntas las bolsas con residuos por área de generación.  |
| Clasificación de los residuos.                 | Si el peso de la muestra del es mayor de 200 Kg, se realiza homogenización y cuarteo de los residuos hasta obtener el 10 por ciento. Esta cantidad es la que se caracteriza. |
|  | Si el peso de la muestra es menor de 200 Kg, se efectúa la caracterización del total de los residuos.  |
| Separación de los residuos sólidos del total.  | Ordenar el lugar de trabajo con recipientes para depositar cada tipo de residuo.   |
|  | Pesar los recipientes vacíos antes de introducirles el material separado y anotar este dato.   |
|  | Separar el material correspondiente por tipo y depositarlo en el recipiente respectivo.  |
|  | Pesar el recipiente con el material asignado en la báscula.  |

Continuación de la tabla IX.

|  |   |
|--|---|
|  | Registrar en un formato apropiado el peso de cada material clasificado. |
|--|---|

Fuente: elaboración propia.

#### **4.5.4. Disposición final**

La disposición final debe de hacerse por medio de una empresa certificada para el manejo, tratamiento y desecho de los residuos. La cual debe estar autorizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN).

#### **4.6. Medidas de seguridad e higiene**

Hay dos causas principales de los accidentes y enfermedades ocupacionales la primera es una acción insegura la cual es causada por el trabajador y la segunda es una condición insegura la cual es causada por el ambiente de trabajo, el empleador.

Algunos factores que influyen generalmente en accidentes y enfermedades en la producción, actitudes y compromisos de empresa y trabajadores, diferencias operacionales de equipos y riesgos eléctricos. En la producción debido a la naturaleza de esta industria que generalmente trabaja contra el tiempo y con mucha presión; situación que aumenta el riesgo de accidentes.



Las actitudes y compromisos de empresa y trabajadores son muy importantes debido a que la empresa y sus trabajadores deben estar comprometidos con la salud y seguridad ocupacional. Ambos deben aceptar la responsabilidad para la implementación y fiscalización de las instrucciones y reglamentos de seguridad.

Los accidentes ocurren porque las personas actúan incorrectamente o porque se generan y permanecen condiciones inseguras en los circuitos. Algunos ejemplos de las condiciones son uniones defectuosas, equipos en mal estado, falta de conexión a tierra, mal uso de disolventes, entre otros.

Cuando se utilizan disolventes, los operarios deben usar frecuentemente el equipo personal de protección para evitar que el trabajador sea afectado por los vapores presentes en el aire, pero este no debe ser el único método de control y se debe utilizar solamente en última instancia, una vez que se hayan considerado y aplicado los métodos previamente señalados, ya que se considera, la ropa de trabajo como el método menos efectivo de protección, y a menudo, es incómoda y difícil de utilizar en el puesto de trabajo.

#### **4.6.1. Ropa y equipo de protección**

Los respiradores deben utilizarse solamente para completar otros métodos, o en ocasiones especiales para la limpieza de tanques, el trabajo de mantenimiento o en casos de urgencia.

Existen varios tipos de protección respiratoria que son:

- Respiradores de cartucho químico
- Respiradores de aviación
- Respiradores independientes

Una máscara completa puede incluir el mismo tipo de filtro que la media máscara antes descrita. Una máscara completa protege igualmente los ojos y la cara contra las salpicaduras de los disolventes.

Figura 33. **Máscara de protección con filtro**



Fuente: *Protección Respiratoria*.

<http://www.ferreteriapetapa.com/index.php/productos/proteccion-y-seguridad-industrial/proteccion-respiratoria>. Consulta: julio de 2014.

- La selección de los guantes que se utilizarán en el Área de Producción, deben estar hechos con un material que no pueda ser penetrado por el disolvente. Muchos materiales utilizados no resisten a todos los disolventes.

Para garantizar una máxima protección contra la absorción de los disolventes por la piel, los guantes deben estar hechos con los materiales adecuados, quedar bien ajustados y estar en buen estado.

Algunos materiales utilizados en la fabricación de guantes pueden provocar alergias. Si es posible, se debe utilizar guantes interiores de algodón. Con frecuencia los guantes de protección tienen un período útil muy limitado y la protección adecuada que ofrecen es de corta duración, por lo tanto tienen que ser reemplazados periódicamente.

Tabla X. **Guantes para disolventes**

| <b>QUÉ GUANTE UTILIZAR PARA QUE DISOLVENTE</b> |                       |              |                     |
|--|-----------------------|--------------|---------------------|
| DISOLVENTE                                     | MEJOR GUANTE          | SEGÚN OPCIÓN | NO EMPLEAR          |
| Acetona  | Goma                  | Neopreno     | PVC                 |
| Butanol  | Viton, goma, neopreno | PVC          | Ninguno             |
| Cloroformo                                     | Viton, PVA            | Ninguno      | Goma, neopreno, PVC |
| Alcohol isobutíl                               | Viton, goma, neopreno | Ninguno      | PVC                 |
| Isopropanol                                    | Viton, neopreno, goma | PVC          | PVA                 |
| Metanol  | Goma, neopreno        | PVC          | PVA                 |
| Metiletilcetona                                | Ninguno               | Goma         | PVC                 |
| Metiliso-Butilcetona                           | Ninguno               | Goma, PVA    | Neopreno, PVC       |
| Nafta  | Viton, PVA            | Ninguno      | Goma, neopreno      |
| Alcohol propílico                              | Viton, goma, neopreno | Ninguno      | ninguno             |
| Tolueno  | Viton                 | PVA          | Goma, neopreno, PVC |
| Ticloroetileno                                 | Viton                 | PVA          | Goma, neopreno, PVC |
| Trementina                                     | Viton                 | PVA          | Goma, neopreno      |
| Xileno   | Viton, PVA            | Ninguno      | Goma, neopreno, PVC |

Fuente: *The United autoworkers* (EE.UU.).

- Para la protección de los ojos, el jefe de producción debe de informar verbalmente y por escrito a los trabajadores que se debe de utilizar gafas de seguridad, se emplearán principalmente para evitar los riesgos de salpicaduras de los disolventes y productos químicos en los ojos, ya que los protegen tanto lateralmente como frontalmente. Deben de estar fabricadas con materiales resistentes a todo tipo de disolvente o producto químico y deben de ser homologadas.

Figura 34. **Gafas**



Fuente: DAVECO seguridad industrial.

#### **4.6.2. Señalización**

Es importante que dentro y fuera de las instalaciones, existan señalamientos que los trabajadores deberán de cumplir.

Estos señalamientos deberán estar identificados por su color de seguridad su significado y las indicaciones y precisiones que se requieran.

#### Código de colores para la señalización

- Rojo: se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendios como los extinguidores.
- Anaranjado: indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, aceptar, causar choque o en su defecto causar lesión.
- Amarillo: se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.
- Verde: debe usarse para indicar la ubicación de equipo de primeros auxilios, máscara contra gases, rociadores de seguridad y señales de seguridad.
- Azul: es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que esté en reparación.
- Morado: indica la presencia de riesgo de radiación. Rótulos, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.

Figura 35. **Señales de prohibición**



Fuente: Catálogo Productos Clímax Seguridad Industrial  
<http://www.productosclimax.com/Subfamilias.asp?id=2&FamId=14&SubFam=220&PaginaActual=1>. Consulta: 20 de julio de 2014.

Figura 36. **Señales normativas**



Fuente: Catálogo Productos Clímax Seguridad Industrial  
<http://www.productosclimax.com/Subfamilias.asp?id=2&FamId=14&SubFam=220&PaginaActual=1>. Consulta: 20 de julio de 2014.

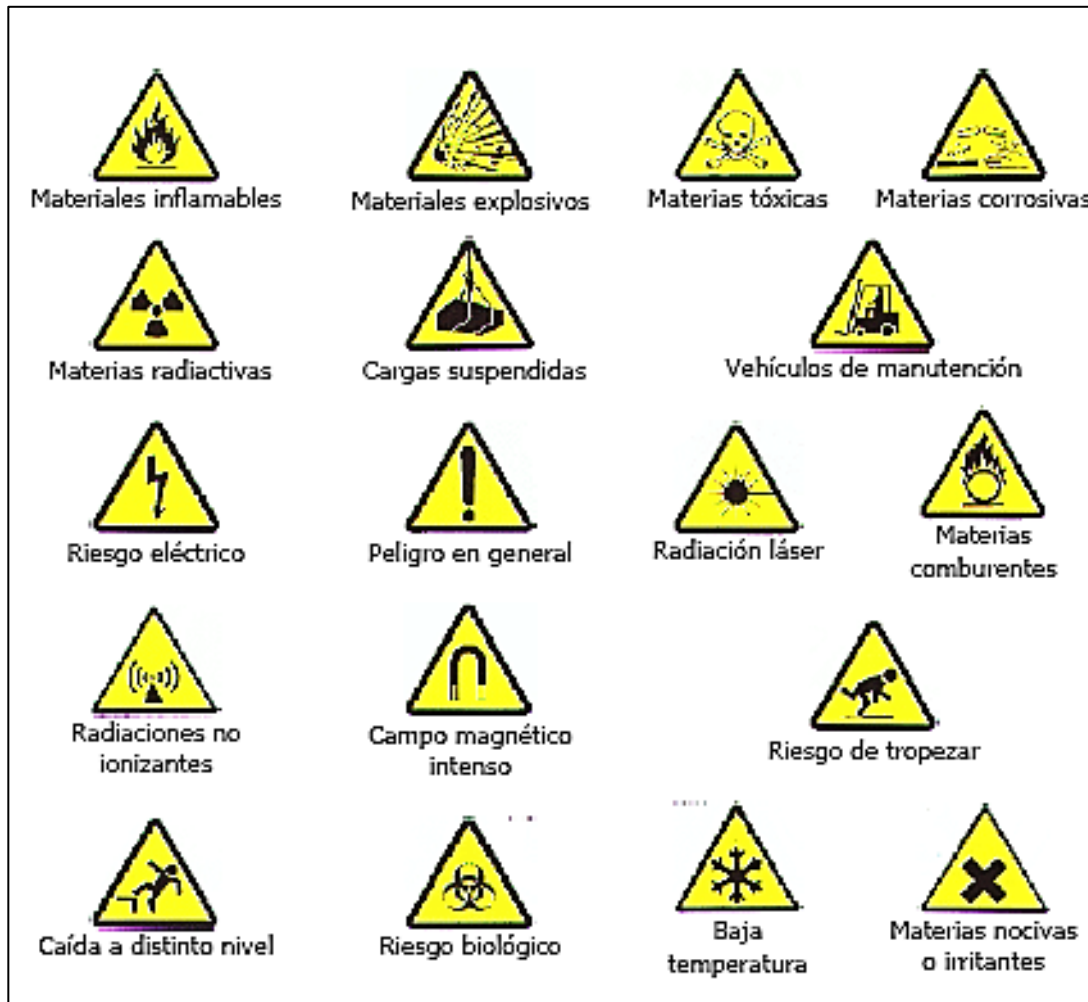
Figura 37. **Señales de obligatoriedad**



Fuente: Catálogo Productos Clímax Seguridad Industrial

<http://www.productosclimax.com/Subfamilias.asp?id=2&FamId=14&SubFam=220&PaginaActual=1>. Consulta: 20 de julio de 2014.

Figura 38. Señales de advertencia



Fuente: Catálogo Productos Clímax Seguridad Industrial

<http://www.productosclimax.com/Subfamilias.asp?id=2&FamId=14&SubFam=220&PaginaActual=1>. Consulta: 20 de julio de 2014.



## **5. MEDIO AMBIENTE**

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

La calidad es definida de muchas formas por el sector industrial, usualmente en términos de producir un producto que cumpla los requerimientos del cliente. Generalmente, la calidad de un producto no es causada por coincidencias si no que se fundamenta en programas de mejora de calidad establecidos o sistemas de manejo de calidad, tales como ISO.

Estos sistemas se focalizan en la reducción de defectos, reducción de costos, análisis de procesos, acciones preventivas y correctivas y mejoramiento continuo. Los defectos son residuos, por ejemplo materia prima desechada, trabajo desechado, productos desechados y dinero desechado.

Los esfuerzos por mejorar la calidad y reducir estos defectos son finalmente esfuerzos por reducir la generación de desechos o residuos. Por esto un programa de mejora de calidad es un programa de prevención de contaminación. A nivel internacional los estándares ISO 14.000 regulan la gestión ambiental dentro de la empresa, en lo que respecta a la implementación de un sistema de gestión ambiental y auditorías ambientales a una empresa, entre otros.

El objetivo de la prevención de riesgos laborales en la empresa de la litografía es proteger la seguridad y salud de los trabajadores, actuando sobre las condiciones de trabajo con el fin de que estas sean controladas. En el ámbito de la prevención de riesgos laborales se entiende por “condiciones de trabajo” aquellas características del trabajo que pueden influir significativamente en la generación de riesgos laborales.

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

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

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

Desde el punto de vista de la minimización de residuos las técnicas de control de procesos, tales como procesos de control estadístico pueden proveer

una aproximación sistemática, identificando causas y soluciones del problema de generación de residuos. Las herramientas más comúnmente usadas son:

- Hojas de control
- Cartas de Pareto
- Diagramas de Causa y Efecto
- Cartas de control guía para el control de la contaminación industrial

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

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

## **5.1. Impacto ambiental de la producción en una litografía**

A continuación se presenta el impacto ambiental de la producción en una litografía.

### **5.1.1. Generalidades**

El impacto ambiental tiene componentes tanto espaciales como temporales y puede ser descrito como el cambio en un parámetro ambiental en un período específico y en un área definida, como resultado de una actividad particular, comparado con la situación que habría resultado si la actividad no se hubiera iniciado.

## **5.2. Definición**

Cualquier alteración significativa, positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.

El impacto ambiental es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base ambiental. La ecología se encarga de medir este impacto y tratar de minimizarlo.

Las acciones de los hombres sobre el medio ambiente siempre provocarán efectos colaterales sobre este. Existe una gran preocupación a nivel ambiental, como la contaminación de los mares con petróleo, los desechos de la energía radioactiva, la contaminación acústica, entre otros.

Los recursos naturales se encuentran amenazados en todos los sentidos; el agua, el suelo y el aire son recursos que están siendo afectados por acciones sin estudios previos que permitan mitigar estos impactos. La minimización del impacto ambiental es un factor importante en los estudios de cualquier proyecto que se quiera llevar a cabo. Con esto se puede lograr que los efectos secundarios sean positivos o menos negativos.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la declaración de impacto ambiental (DÍA), es la comunicación previa que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación.

Es posible alcanzar resultados de preservación del ambiente al minimizar el impacto negativo de una acción. También es importante que el ser humano cumpla la interrelación naturaleza-hombre, respetando la biodiversidad.

Como afirma la sustentabilidad, el medio ambiente no solo es una preocupación para las futuras generaciones, es una preocupación de todos en la actualidad.

La producción conlleva una serie de etapas en las que se utilizan diversas sustancias o materiales que pueden dañar al medio ambiente puesto que los desechos que se producen deben ser tratados y manejados siguiendo normas de seguridad industrial.

Debido a que los residuos no solamente constituyen un problema ambiental sino que también son un recurso que no se puede dejar de aprovechar, el desafío futuro consiste en un aprovechamiento aún más eficaz de recursos procedentes de los residuos y lograr así una reducción del impacto ambiental. El poder adquisitivo y los hábitos de consumo condicionan los tipos y cantidad de residuos generados. Las empresas litográficas deben procurar que esta cantidad de residuos sea recogida y tratada correctamente además de obtener un reaprovechamiento óptimo de los mismos.

La política en el campo de los residuos comprende tanto la prevención como la gestión de los mismos. Es de esta manera que se beneficia directamente la sociedad causante de este problema con la instalación de la planta de residuos sólidos; y así de esta forma, reduciría los costos de servicios que hace efectiva a su empresa.

### **5.3. Variables del estudio de impacto ambiental**

El estudio de impacto ambiental es una herramienta técnica fundamental de un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir, corregir y comunicar el efecto de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente interpretado en términos de salud y bienestar humanos.

Los estudios de impacto ambiental son la principal herramienta para la evaluación de los efectos ambientales de todo proceso de toma de decisión dentro del procedimiento jurídico-administrativo. Es un estudio de carácter interdisciplinario que está incorporado en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. De hecho, los EIA forman parte de los instrumentos preventivos del daño ambiental como una herramienta técnica que ayuda a la toma de decisiones.

Dentro de las variables que conlleva un estudio de impacto ambiental se mencionan:

- Suelo: salinización, acidificación, erosión, compactación y desertificación
- Diversidad: erosión genética, disminución de la diversidad y monocultivo
- Bosques: deforestación
- Aguas: contaminación y sedimentación
- Clima: efecto invernadero y ruptura de la capa de ozono
- Salud humana.

### **5.3.1. Formulario del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)**

A continuación se presenta en la figura 24. El formulario de evaluación ambiental, el cual es un requisito importante para los interesados, este debe llenarse como medida de mitigación de riesgos ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN),

Cabe aclarar que este Ministerio tiene como misión y visión mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos guatemaltecos a través de la conservación, protección y mejoramiento creciente del ambiente y de los recursos naturales, procurando que también sea saludable y disminuya el deterioro y la pérdida del patrimonio natural y promueva la disminución de riesgos y vulnerabilidad ambientales, en un clima de justicia ambiental.





Continuación de la figura 39.

|   |
|---|
| <b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>   |
| <b>1.1. Nombre del proyecto obra o actividad:</b>   |
| <b>1.2 A) Nombre del proponente o representante legal:</b><br><b>B) De la empresa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razón social:</li> <li>• Nombre comercial:</li> <li>• Número de identificación tributaria (NIT):</li> </ul>   |
| <b>1.3 Teléfono Fax Correo electrónico:</b>   |
| <b>1.4 Dirección exacta donde se ubicará el proyecto:</b>   |
| <b>1.5 Dirección para recibir notificaciones:</b>   |
| <b>2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b>  |
| <b>2.1 Localización geográfica del proyecto. Coordenadas UTM, datum WGS-84 (Si aplica o las conoce)</b><br>Latitud _____ Longitud _____   |
| <b>2.2 Descripción detallada del proyecto, obra o actividad.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Actividad que se desarrollará:</li> <li>b) Especifique si la actividad o proyecto que se desarrollará conlleva almacenamiento de materia prima, de producto terminado, transformación de materia prima, venta de materia prima o producto terminado, otros:</li> <li>c) Área total disponible:</li> <li>d) Área que ocupará la actividad:</li> <li>e) Tipo de ambiente donde se desarrollará el proyecto (comercial, público, domiciliar, otro):</li> <li>f) Número de personas vinculadas directamente a la actividad (empleados o colaboradores):</li> </ul> |

Continuación de la figura 39.

|  |
|--|
| <p><b>g)</b> Número de personas (clientes, usuarios, beneficiarios) a atender por unidad de tiempo mes/semana/día (especifique):</p>   |
| <b>3 EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE</b>   |
| <b>3.1 EFECTOS SOBRE EL AGUA</b>   |
| <p><b>a)</b> ¿La actividad propuesta se realiza a más de 50 metros de una fuente de agua?</p> <p><b>b)</b> ¿Existe algún riesgo de afectar alguna fuente de agua o manto freático con el proyecto propuesto?</p> <p><b>c)</b> ¿Qué tipo de riesgo?</p> <p><b>d)</b> ¿Qué medida propone para evitar o minimizar el riesgo de afectar fuentes de agua o manto freático?</p>                 |
| <b>3.1.1 CONSUMO DE AGUA</b>   |
| <p><b>a)</b> Fuente de abastecimiento de agua:</p> <p><b>b)</b> Cantidad de agua requerida (mes/semana/día):</p> <p><b>c)</b> Uso que se dará al agua:</p> <p><b>d)</b> ¿Qué medida propone para disminuir el consumo de agua o promover el ahorro de la misma:</p>  |
| <b>3.1.2 MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS</b>   |
| <p><b>a)</b> Indique que cantidad y tipo de aguas residuales se producirán:</p> <p><b>b)</b> ¿Qué tipo de manejo dará a las aguas residuales y que medidas de mitigación se implementarán:</p> <p><b>c)</b> Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo: pozo de absorción, colector municipal, otro. Indique si se leefectuará algún tipo de tratamiento previo</p> |

Continuación de la figura 39.

|  |
|--|
| <p><b>d)</b> Describa que tipo de mantenimiento se implementará. (Mantenimiento de fosa séptica, pozo de absorción, biodigestor u otro.)</p>   |
| <p><b>3.2 EFECTOS SOBRE EL SUELO</b></p> <p><b>a)</b> ¿Cuál es el uso actual del suelo donde se desarrollará la actividad?</p> <p><b>b)</b> ¿La actividad generará algún tipo de impacto al suelo?<br/>Si _____ No _____</p> <p><b>c)</b> ¿Qué tipo de impacto?</p> <p><b>d)</b> ¿Qué medida propone para evitar o disminuir los impactos al suelo?</p>  |
| <p><b>3.3 EFECTOS SOBRE LA FAUNA</b></p> <p>Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la fauna:</p>   |
| <p><b>3.4 EFECTOS SOBRE LA FLORA</b></p> <p>Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la flora:</p>   |
| <p><b>3.5 EFECTOS SOBRE LA ATMÓSFERA</b></p> <p><b>a)</b> Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de polvo u otras partículas:</p> <p><b>b)</b> Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de sonido o vibraciones:</p> <p><b>c)</b> Describa las razones por las que considera que el proyecto no generará impacto visual significativo:</p> |
| <p><b>4. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA</b></p>  |
| <p><b>4.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes):</b></p> <p><b>4.2 Forma de suministro de energía (marque con una X)</b></p> <p><b>a)</b> Sistema público</p> <p><b>b)</b> Sistema privado</p>  |

Continuación de la figura 39.

|   |
|---|
| <p>c) Generación propia</p> <p>d) No se requiere energía</p>  |
| <b>5. DESECHOS SÓLIDOS</b>  |
| <p><b>5.1</b> Especifique el volumen de desechos o desperdicios que genera la actividad (cantidad por día, semana o mes)</p> <p><b>5.2</b> Caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de proceso, orgánicos, otros)</p> <p><b>5.3</b> De qué forma dispondrá los desechos sólidos para evitar que se conviertan en un foco de contaminación</p>  |
| <b>6. RIESGOS POTENCIALES</b>   |
| <p><b>6.1</b> ¿Existe algún tipo de riesgo que pueda afectar al proyecto o a las personas?<br/>Si _____ No _____</p> <p><b>6.2</b> ¿Qué tipo de riesgo?</p> <p><b>6.3</b> ¿Qué medidas propone para evitar o disminuir los riesgos del proyecto?</p>  |
| <p><b><u>DOCUMENTOS QUE DEBE ADJUNTAR AL FORMULARIO:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Fotocopia del formulario para sellar de recibido</b></li><li>• <b>Fotocopia de cédula de vecindad o DPI</b></li><li>• <b>Declaración jurada</b></li><li>• <b>Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal (Personas Jurídicas)</b></li><li>• <b>Plano de ubicación o croquis</b></li><li>• <b>Croquis de distribución</b></li></ul> |

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 2013.

### **5.3.2. Legislación**

El marco legal institucional para la protección ambiental en Guatemala está establecido en el Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala donde se creó la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que es la entidad rectora del medio ambiente en Guatemala y que tiene como función coordinar y asesorar todas las acciones que tienden a la formulación de la política ambiental nacional y promueve la aplicación a través de municipalidades, sector privado, ministerios de estado, dependencias autónomas y semiautónomas. Según el artículo de la Constitución Política de la República de Guatemala hace referencia a la legislación ambiental:

#### Artículo 97: Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico

“Las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a proporcionar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevengan la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.”

#### **5.3.2.1. Normativa de Guatemala respecto a la localización de industrias litográficas**

En el caso de Guatemala los reglamentos para localizar una litografía son:

- *Reglamento específico de localización industrial* publicado en septiembre de 1971 y modificado en marzo de 1987: su objetivo es fijar los requisitos mínimos que deben satisfacer las edificaciones utilizadas para alojar

actividades industriales y precauciones que deben tomarse para la operación de las mismas.

- *Reglamento de construcción:* regula actividades de urbanización, nivelación, construcción, normas de diseño, condiciones de salubridad y seguridad de edificaciones.
- *Plan de ordenamiento territorial:* regula actividades de expansión, urbanización y busca propiciar la convivencia armónica entre los habitantes del territorio, reduciendo riesgo de desastres y logrando la eficiencia en la prestación de servicios públicos.

#### **5.3.2.2. Normativas ambientales sobre la emisión atmosférica**

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente incluye normas para regular el sistema atmosférico a través de los procedimientos siguientes:

- Promover empleo de métodos para reducir emisiones contaminantes.
- Promover acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera.
- Regular que el uso de sustancias contaminantes no provoque impacto ambiental.
- Regular la contaminación producida por el consumo de energéticos.

A nivel internacional, Guatemala es signataria de varios tratados, entre estos se tienen los siguientes:

- Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático, Decreto 15-95.
- Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono. Decreto 34-89.
- Convenio Viena para la Protección de la Capa de Ozono. Decreto 38-97.

### **5.3.2.3. Normativas que regulan el tratamiento de residuos líquidos y sólidos**

Los reglamentos que regulan las actividades relacionadas con el tratamiento de residuos líquidos y sólidos son:

- *Reglamento de manejo de desechos sólidos para la ciudad de Guatemala:* tiene por objetivo la protección del medio ambiente, mejoramiento de salud de los habitantes y control de eliminación de los desechos sólidos en forma adecuada.
- *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental:* proceso de evaluación de impacto ambiental aplicado a planes y programas de la industria.

### **5.3.3. Emisiones atmosféricas**

El grado de emisión atmosférica de una litografía varía dependiendo del tipo de impresión que se realice, la formulación de la tinta y tratamientos de los sustratos, tamaño de prensa y velocidad de operación.

Los principales procesos que generan emisiones de gases en una litografía son los siguientes:

- Proceso de secado, evaporación de disolventes y aceites
- Procesos de limpieza, evaporación de solventes
- Plato de impresión, evaporación de isopropanol
- Proceso de pegado, uso de gomas

#### **5.3.4. Residuos líquidos y sólidos**

Los residuos líquidos capaces de contaminar el medio ambiente se producen en proceso de impresión tales como el lavado del equipo, el revelado y la lubricación. El procesamiento de imágenes y placas produce residuos de solventes, resinas y pigmentos. Los focos de contaminación por residuos sólidos se generan a partir de películas usadas, contenedores de tintas, pruebas de preparación de impresión y paños usados.

#### **5.3.5. Olores**

Los olores son factores que pueden influir positiva o negativamente en el desarrollo de tareas del personal y afectar de forma indirecta a comunidades aledañas. Deben tomarse en cuenta medidas concretas para reducir o eliminar cualquier tipo de olor generado por tintas UV, barnices convencionales, solventes, cetonas y lubricantes.

Es responsabilidad de la empresa proveer al personal el equipo de protección necesario cuando existe un contacto continuo con sustancias que provocan olores fuertes y persistentes.



### **5.3.6. Ruido**

Es el resultado de masas en movimiento, es decir, vibración de elementos. La exposición a altos niveles de ruido durante períodos prolongados puede causar diversos efectos en los operadores como sordera parcial, pérdida de la coordinación de movimientos, interferencias en la comunicación y estrés.

En la litografía los ruidos se generan por mecanismos no lubricados, uso de pistolas de aire comprimido, movimiento de transpaletas, motores de combustión interna y compresores.

De acuerdo con el informe *El ruido en la sociedad: criterios de salud medio ambiental* de la Organización Mundial de la Salud, el nivel de ruido aceptable para cualquier industria es de 60a 65 decibeles; arriba de esos valores la exposición continua es dañina para los trabajadores, por lo tanto, es importante realizar evaluaciones del nivel de ruido periódicamente con el fin de mejorar el ambiente laboral de la empresa.

### **5.4. Medidas de mitigación**

Las medidas de mitigación consisten en planes de acciones preventivas elaborados para responder a cualquier eventualidad que pueda alterar las operaciones normales de producción y que a su vez puedan generar impacto ambiental, pérdida económica o daño al personal de la empresa.

#### **5.4.1. Recuperación electrolítica**

Es un proceso de recuperación de metales que en el caso de la industria de artes gráficas se utiliza para recuperar la plata soluble generada en los procesos de revelado.

La ventaja de este proceso es recuperar además, el metal con alta pureza; por otro lado, la desventaja puede ser la formación de sulfuros y concentraciones de plata en el afluente.

#### **5.4.2. Procedimientos de recuperación e intercambio**

Un proceso de recuperación o intercambio iónico es recomendado para el tratamiento de aguas de lavado. Ya que su costo es elevado, se utiliza generalmente en empresas grandes que producen agua residual con bajas concentraciones de plata en afluentes diluidos.

Este proceso consiste en el intercambio entre iones presentes en una disolución en el caso de contaminantes y iones de un sólido como la resina. Son reacciones químicas de sustitución entre un electrolito en solución y un electrolito insoluble, lo cual se considera un tipo especial de absorción.

#### **5.4.3. Planes de contingencia**

Un plan de contingencia debe estar debidamente documentado y distribuido entre las personas encargadas de velar por el cumplimiento de las normas de seguridad industrial y medio ambiente, a fin de delegar responsabilidades y tareas que puedan prevenir o corregir cualquier tipo de contaminación. Es por ello que lo más importante es establecer las medidas

que evalúen los riesgos de un impacto ambiental provocado por las operaciones de la empresa y las acciones a tomar para reducirlo o eliminarlo.

#### **5.4.4. Sistema de absorción**

Existen procedimientos para reducir la contaminación del agua utilizada en una industria, tal es el caso de los tanques de sedimentación que sirven como un filtro para reducir la concentración de materiales disueltos en los efluentes, el tiempo y costo de recuperación del agua. El funcionamiento de estos tanques es simple, ya que recolectan por diferencia de densidades todo tipo de sólido disuelto que deja a su paso el agua residual.

#### **5.4.5. Condensación**

Es una técnica utilizada para reducir las emisiones de disolventes, bajando la temperatura de las soluciones de humectación. El proceso consiste en capturar los disolventes con carbono activo o materiales absorbentes y luego recolectarlos con la menor cantidad de impurezas para reutilizarlos de nuevo.

Cuando se utilizan materiales distintos al carbono activo se deben realizar otros procesos para la reducción de emisión de disolventes, debido a que la cantidad de impurezas aún es significativa.

Las emisiones se recolectan en condensadores que intercambian calor a través de un filtro o un precipitador electrostático, el líquido condensado atraviesa un separador de aceite y agua, antes de ser eliminado o bien reciclado para su uso posterior.

#### **5.4.6. Biofiltración**

Es un método efectivo para el control de olores. Un biofiltro está compuesto por una matriz por la cual pasa una corriente de aire que deja los compuestos que provocan los malos olores. La biofiltración es un método para degradar agentes contaminantes y tiene la ventaja de que sus filtros no tienen efectos negativos al medio ambiente, comparado con métodos químicos para eliminar olores.

#### **5.4.7. Rellenos sanitarios**

De acuerdo con datos del INE, el vertedero de la zona 3 recibe 1 200 toneladas diarias de residuos domiciliarios, industriales y municipales, de los cuales el 13,79 % está constituido por papel y cartón, equivalente a un aproximado de 165 toneladas.

De las 165 toneladas se recupera el 20 % de materiales reciclables, sin embargo, el porcentaje de recuperación actual oscila entre 5 y 10 %, debido a la existencia de tintas y diversos residuos químicos que las industrias, en especial litografías, eliminan sin tratamiento alguno.

La producción más limpia exige responsabilidad de las empresas respecto del cuidado del medio ambiente, especialmente en relación con los desechos que se envían a los rellenos sanitarios.

#### **5.4.8. Depósitos de seguridad**

Los depósitos de seguridad se utilizan a nivel industrial para evitar que los residuos químicos puedan contaminar al medio ambiente y sean aislados en

recipientes herméticos que prevengan emisiones de gases, olores molestos y la contaminación del agua.

En la litografía se utilizan depósitos de seguridad para capturar y aislar residuos, en su mayoría químicos del procesamiento de placas y lavado, para su posterior tratamiento en las instalaciones donde se generan, o bien por otras empresas especializadas a través del *outsourcing*.

#### **5.4.9. Otros métodos y tecnologías**

La tecnología computador-a-placa es un procedimiento que consiste en la preparación de placas usando láser. Su ventaja es la reducción de químicos y película, aunque las placas usadas deben ser a base de plata; lo que representa altos costos de inversión inicial, suministros, programas para computadora y espacio para el equipo computarizado. Es una tecnología avanzada recomendada para empresas que tienen la capacidad de absorber altos costos sin afectar sus finanzas.

### **5.5. Higiene industrial**

La higiene industrial actúa frente a las enfermedades profesionales. Sus mecanismos de actuación incluyen la identificación, la cuantificación, la valoración y la corrección de los factores ambientales, responsables de las enfermedades profesionales, para hacerlos compatibles con las posibilidades de adaptación de la mayoría de los trabajadores expuestos.

Su campo de actuación son, básicamente, los factores físicos (ruido, vibraciones, radiaciones, iluminación, temperatura), químicos y biológicos presentes en el ambiente laboral.

Para llevar a cabo su cometido, la higiene industrial se apoya en los siguientes procedimientos:

- Análisis de las condiciones de trabajo y de los contaminantes (físicos, químicos y biológicos).
- Evaluación de los datos obtenidos en el análisis anterior frente a unos valores estándar previamente admitidos (por ejemplo, en el caso de sustancias químicas, serían los Valores Límites de Exposición).
- Corrección de las condiciones que son adversas, eliminándolas o llevándolas a límites tolerables para el individuo trabajador.

La higiene industrial se puede dividir en las siguientes ramas, atendiendo a los diferentes mecanismos de su actuación: higiene teórica, higiene de campo, higiene analítica e higiene operativa.

#### **5.5.1. Higiene teórica**

Utiliza técnicas de laboratorio para establecer valores estándar de referencia que fijen los niveles máximos y mínimos a partir de los cuales la salud de los trabajadores pueda resultar amenazada.

La información obtenida a nivel de laboratorio servirá para alertar frente a contaminantes nuevos o ante la sospecha de que pueden generar o potenciar determinadas dolencias, con lo que se puede establecer un primer valor de referencia, que luego ha de ser corroborado con la experiencia a nivel de campo.

### **5.5.2. Higiene de campo**

Estudia la situación higiénica en el propio ambiente de trabajo. Utiliza la denominada "encuesta higiénica" como técnica de actuación. Mediante esta encuesta se recogen los datos y muestras que sirven para valorar la situación de riesgo. La encuesta higiénica se inicia con la toma de datos, pudiendo contemplar los siguientes aspectos fundamentales:

- Actividad de la empresa y proceso productivo
- Condiciones de la Instalación
- Trabajadores expuestos
- Tiempo y periodicidad de la exposición
- Tipos de contaminantes (ruido, vibraciones, sustancias químicas...)
- Análisis de campo
- Toma de muestras (dependiendo del tipo de contaminante)

### **5.5.3. Higiene analítica**

Analiza cualitativa y cuantitativamente los contaminantes recogidos en el medio ambiente de trabajo. Centra su actuación en la determinación de los contaminantes químicos y biológicos presentes en las muestras recogidas por la higiene de campo.

### **5.5.4. Higiene operativa**

Tiene como finalidad reducir el grado de contaminación del ambiente de trabajo hasta los niveles admisibles o tolerables fijados por la higiene teórica, a través de los métodos de eliminación o control que se estimen oportunos. Actúa básicamente a través de las siguientes acciones:

- Acciones sobre el contaminante (selección, sustitución, modificación).
- Acciones sobre el foco contaminante (modificación del proceso, encerramiento del proceso, aislamiento del proceso, extracción localizada, mantenimiento).
- Acciones sobre el ambiente contaminado (limpieza general, ventilación, aumento de la distancia entre emisor y receptor, sistemas de alarma, acondicionamiento del medio).
- Acciones sobre el individuo contaminado (formación e información, rotación del personal, equipos de protección individual, vigilancia médica).



## 6. MEJORA CONTINUA

### 6.1. Política ambiental

La política ambiental es un conjunto de principios e intenciones formales documentadas en las cuales se apoya la gestión ambiental de las empresas y representa un compromiso de cumplimiento y mejora, que afecta a todos los niveles de la organización e incluso trascendiendo en el entorno próximo, proveedores y clientes.

Para que la política ambiental sea útil debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser creíble: al firmar la Alta Gerencia, acepta la política y evidencia su compromiso creando un entorno de confianza en el personal, quienes aprenderán con el ejemplo evidente plasmado en la política declarada. Las actitudes y actuaciones de la Alta Gerencia deben ser consecuentes de manera que sea un ejemplo vivencial para que el personal la vea como una declaración de principios que debe regir su compromiso.
- Debe estar coordinada con las políticas de la organización: la empresa debe gestionar de forma equilibrada calidad, seguridad, salud laboral y medio ambiente que forman parte de una misma filosofía.
- Debe ser clara y concreta: su redacción debe ser lo más clara posible de manera que todos entiendan su contenido específico y la puedan aplicar sin mayor dificultad.

- Los compromisos y responsabilidades que establece deben ser viables: evitar que la política sea muy exigente, si la organización no está en condiciones de asumirla ocasionará desmotivación en el personal y desconfianza en las autoridades ambientales.
- Debe comunicarse a todas las personas que trabajen en la organización: debe estar a disposición del público, personal interno, proveedores, contratistas y clientes.
- Mejora continua de la gestión ambiental: revisar el cumplimiento de objetivos fijados y establecer otros más exigentes, porque la mejora continua proporciona beneficios de imagen, aceptación en el mercado, económicos y de calidad.

La política ambiental de “la empresa” está fuertemente relacionada con la misión, visión y valores.

## **6.2. Requisitos legales**

Es el procedimiento para identificar y tener acceso a los requisitos legales, y de otro tipo que la empresa se suscriba, que sean aplicables a los aspectos ambientales de sus actividades y productos. Se debe contar con los ejemplares de las leyes, normas, regulaciones u otros requerimientos de la legislación ambiental y adhesiones voluntarias.

“La Empresa” para llevar un control de los requisitos legales debe elaborar un procedimiento acorde a esta necesidad y relacionado a este procedimiento se diseña un formato de registro de las leyes aplicables

ambos documentos deben encontrarse en la red interna de la compañía al alcance de todos los empleados.

### **6.3. Estructura del sistema**

Es conveniente considerar al SGA como una estructura de la organización a la que se deberá hacer seguimiento continuo y revisar periódicamente para proporcionar una orientación eficaz en respuesta a factores cambiantes, externos e internos.

Cuando una organización establece por primera un SGA, deberá comenzar donde existan beneficios evidentes relacionados con sus aspectos ambientales significativos. A medida que el SGA toma forma, se pueden instaurar procedimientos, programas y tecnologías para una mejora adicional del desempeño ambiental y conforme vaya madurando, las consideraciones ambientales se pueden integrar en todas las decisiones del negocio.

La estructura del SGA se basa en el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) que es un proceso constante e iterativo que permite que una organización desarrolle e implemente su política ambiental, con base en el liderazgo y compromiso de la alta dirección con el SGA. Después de que la organización haya evaluado su situación actual con el medio ambiente.

- Planificar, en esta etapa se establece un proceso de planificación continuo en el cual se identifican los aspectos e impactos ambientales asociados, los requisitos legales y otros requerimientos que la organización suscriba, establecer objetivos y metas ambientales y determinar los programas para lograrlos y finalmente desarrollar y usar indicadores de desempeño.

- Hacer, consiste en implantar y operar un SGA para lo cual se debe crear estructuras de gestión, asignar funciones y responsabilidades con suficiente autoridad, suministrar recursos adecuados, formar al personal y asegurarse de su toma de conciencia y competencia, establecer procesos para comunicación interna y externa, desarrollar y mantener la documentación, establecer y mantener controles operacionales y asegurarse de las preparación y capacidad de respuesta ante emergencias.
- Verificar, es evaluar los procesos del sistema de gestión medio ambiental realizando seguimientos y mediciones periódicas, evaluando el estado de cumplimiento, identificando las no conformidades y tomando acciones tanto correctivas como preventivas y realizando auditorías internas con la frecuencia indicada por la dirección.
- Actuar, es revisar y emprender acciones para mejorar el SGA por la dirección en los intervalos considerados apropiados e identificando las actividades de mejora.

#### **6.4. Programas del sistema**

Como resultado de la RAI se debe elaborar un programa de actividades cuya finalidad es minimizar los impactos ambientales significativos de la empresa, el cual debe ser objetivo y cuantificable. Este plan debe ser aprobado por la Alta Gerencia de la empresa.

Los programas de gestión incluyen las acciones requeridas para alcanzar los objetivos y metas establecidas, estos deberán estar documentados e indicar las actividades, recursos, responsables y plazos de ejecución.

La clara definición de los indicadores permitirá medir el avance hacia la meta establecida del programa en el momento de su conceptualización y la planificación y ejecución de acciones preventivas o correctivas en caso de ser necesario.

La creación y el uso del programa es un elemento clave para el éxito de la implementación de un sistema de gestión ambiental en cualquier tipo de organización.

Para los aspectos significativos de “la Empresa” se han desarrollado cuatro programas ambientales los cuales se detallan a continuación:

Manejo de sustancias químicas (MSQ). Su objetivo es identificar y divulgar las características de los materiales peligrosos que se manejan en “La Empresa”, involucrando a los clientes externos e internos, para minimizar los impactos negativos en el caso de un incidente con materiales peligrosos, y así cuidar el manejo responsable de los productos en la cadena de valor.

Uso Eficiente de Recursos (UER – Agua). Este programa tiene como objetivo diseñar actividades cuya aplicación en “la Empresa” de como resultado un manejo consciente y óptimo del principal recurso natural: el agua.

Ahorro de Energía Eléctrica (UER – Energía Eléctrica). La finalidad del programa es concientizar al personal de “la Empresa” en el uso eficiente de la energía eléctrica, traducándose en ahorro monetarios significativos y en beneficio para la sociedad.

Manejo Integral de Residuos (MIR). Busca gestionar los residuos generados en las actividades diarias de “la Empresa”, mediante el manejo

adecuado de los mismos, de manera que sea posible la disminución, control o eliminación del impacto ambiental derivado.

#### **6.4.1. Control y seguimiento ambiental**

En cada proyecto o actividad se debe llevar un control y un seguimiento ambiental para verificar que la nueva actividad no produce más efectos de los esperados, y a través de este control manejar los efectos trazando líneas de acción para su minimización.

El seguimiento provee evidencia concreta sobre la implementación de dichas actividades y permite la retroalimentación entre las expectativas y predicciones teóricas de buenas prácticas y su implementación.

Una herramienta de control y seguimiento ambiental son las auditorías ambientales internas, que implican observar, medir, registrar datos, recolectar y analizar las actividades realizadas y sus respectivos residuos. Para ser efectiva se debe llevar a cabo de forma metódica, periódica y totalmente con el apoyo tanto de los operadores, como del personal encargado de la seguridad industrial y ambiental.

Para estos controles se deben mantener registros que indiquen la evolución de la actividad. Como ciclo para el control se emplea el PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar).

#### **6.4.2. Registros**

Los registros son importantes para el control y seguimiento ambiental ya que permiten conocer y comparar la evolución de la implementación en

determinados períodos de tiempo. El registro de información necesaria para el seguimiento ambiental se muestra en la tabla VIII.

**Tabla XI. Registro de información necesaria para el seguimiento ambiental**

| <b>Información necesaria</b>         | <b>Descripción</b>   |
|--------------------------------------|--|
| Actividad                            | Se refiere al proceso a auditar, en este caso sería el proceso de recuperación de disolventes.   |
| Nombre o equipo auditor              | Nombre de las personas que realizarán la auditoría.  |
| Núm. de auditoría                    | Se refiere al número de auditoría que se realiza, ya sea 1, 2, 3 y así sucesivamente.  |
| Fecha de última auditoría dd/mm/aa   | Se coloca la fecha de la última auditoría realizada.   |
| Fecha de realización de la auditoría | Se coloca la fecha actual de la auditoría a realizar.  |
| Cumple con las medidas de mitigación | En este punto se determina si se ha cumplido con las medidas de prevención para evitar accidentes o daños en la empresa. En caso de no cumplir con todas las medidas establecidas, se colocan en hallazgos para determinar una línea de acción   |
| Riesgos controlados                  | Con una lista de verificación se observa si los riesgos posibles están controlados y se anotan para determinar que riesgos están en control.   |
| Riesgos no controlados o hallazgos   | Con la misma lista de verificación se observa los riesgos que no son controlados y que pueden ocasionar daños al operador o al medio ambiente. Además se observa si se han cumplido con las acciones establecidas en la auditoría anterior para la mejora de la gestión del reciclaje del disolvente, en caso no se han cumplido se coloca como un hallazgo. |
| Acciones tomadas                     | Se establecen las líneas de acción a corto, mediano o largo plazo para controlar los riesgos o hallazgos encontrados en la auditoría o mejoras en las actividades actuales.  |
| Observaciones                        | Se anotan pequeñas observaciones que no se tomaron en cuenta como líneas de acción.  |
| Firma de aprobado por responsables   | Se firma y se sella como aprobación a la auditoría realizada, comprometiéndose a asumir y cumplir con las líneas de acción tomadas.  |

Fuente: elaboración propia.

Estos registros permitirán evaluar y mejorar las buenas prácticas ambientales realizadas en cada período de tiempo. Además respaldan la actividad realizada, ya que ayudan a permanecer en constante compromiso con la salud de los operarios y con el cuidado del medio ambiente.

A partir de estos registros se elabora el plan de gestión ambiental propiamente para esta actividad de reciclaje del disolvente, donde se establecen todas las líneas de acción que se deben realizar para cumplir con los requerimientos de la legislación ambiental. Se emplea el ciclo de PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar).

### 6.5. Monitoreo de manejo de residuos

Los resultados del análisis de riesgos permiten identificar las características de peligrosidad de las sustancias químicas. Si en determinada área existen emisiones de vapores orgánicos o contaminación por partículas respirables, se puede implementar un monitoreo mensual para examinar el contenido de vapores y polvos en el área de trabajo.

Tabla XII. **Actividades inherentes a recolección interna de residuos sólidos**

| DESCRIPCIÓN   | SÍ | NO |
|---|----|----|
| ¿Tiene definidas rutas de recolección?  |    |    |
| ¿Se tienen establecidos horarios y frecuencias de recolección?  |    |    |
| ¿Realiza la recolección selectiva de los residuos en los puntos de generación?                          |    |    |
| ¿Los elementos empleados para la recolección de residuos peligrosos son de uso exclusivo para este fin? |    |    |

Fuente: elaboración propia.



### **6.5.1. Departamento de Mantenimiento**

Debe realizar acciones que contribuyan directamente a la organización ordenamiento y planificación de actividades del departamento, con el fin de facilitar las labores de mantenimiento preventivo. Los procedimientos que preceden una eficiente planificación del mantenimiento preventivo, toman en cuenta el comportamiento del equipo durante el período de producción, las horas de funcionamiento efectivo y las averías generadas. Además, las guías y métodos a seguir para incrementar la capacidad de respuesta a los cambios en el flujo del *stock*.

### **6.5.2. Realizar un inventario de repuestos**

Debido a la falta de orden y control de repuestos en la bodega del departamento, se necesita un proceso de cuantificación y documentación de las existencias, a fin de establecer un volumen adecuado de repuestos que permita tomar decisiones de compras, cotizaciones y pedidos a corto y mediano plazo. La importancia de conocer con claridad la cantidad de existencias físicas en bodega radica en los aspectos siguientes:

- Comparar las cantidades teóricas de repuestos en la base de datos, con las cantidades reales obtenidas del inventario.
- Notificar las irregularidades o lagunas existentes.
- Determinar las causas que han influido en la diferencia entre ambos inventarios.

### **6.5.3. Realizar un inventario de herramienta**

Determinar la existencia de herramientas industriales como medida de la capacidad de respuesta del personal encargado, respecto de las ocurrencias en la maquinaria; mejorando así el control y la toma de decisiones de compra de nueva herramienta que facilite las actividades de reparación.

La herramienta a identificar comprende todas las áreas de trabajo en las que se desenvuelve el personal de mantenimiento, tales como herramientas especiales para trabajos en equipos:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Mecánicos
- Eléctricos
- Electromecánicos
- Neumáticos

### **6.5.4. Determinar las fallas más frecuentes en la maquinaria**

Es conveniente estimar la cantidad y clasificación de averías generadas durante un período determinado, con el objetivo de implementar un plan de mantenimiento preventivo durante los períodos productivos de la empresa, para reducir las interrupciones en la producción a causa de fallas mecánicas, hidráulicas, eléctricas, electrónicas, neumáticas, por falta de suministros o lubricación, y mejorar tanto la respuesta en las reparaciones como la reducción de costos por la compra de repuestos.

#### **6.5.5. Establecer un *stock* de seguridad de repuestos**

De acuerdo con el promedio de fallas, debe realizarse un proceso de estimación de la cantidad de repuestos necesarios para un período trimestral de producción. Las razones que justifican la existencia de inventarios en las empresas son muy numerosas. Sin embargo, se puede destacar a dos de ellas: la primera es la necesidad de hacer frente a las demandas de los clientes cuando estas se producen en un período de producción previamente planificado; la segunda, se refiere al tipo de producción de la empresa, dependiente de las necesidades de los clientes.

Las interrupciones del proceso productivo pueden originarse de problemas en el plazo de entrega de la materia prima, es decir, en la programación de pedido y recepción de elementos tales como las bobinas de papel, tintas y barnices o de los componentes adquiridos en el exterior, tales como los repuestos de las máquinas.

Cualquiera de estas causas puede provocar una parada en alguna fase del proceso de fabricación, al no disponer de materiales para trabajar o piezas de repuesto para solucionar un problema en la maquinaria. El almacenamiento de *stocks* permite hacer frente a incrementos en la producción no planificados.

#### **6.5.6. Evaluar y determinar la herramienta y equipo**

Se hace necesario el proceso de identificación y documentación de un inventario para la herramienta y equipo disponibles, a fin de establecer la cantidad de existencias, las condiciones físicas en las cuales se encuentran y los controles para su uso en el departamento, facilitando así su ordenamiento además de la toma de decisiones financieras en función de compra de nuevos

equipos y herramienta, que permitan realizar las tareas de mantenimiento de forma eficiente.

#### **6.5.7. Documentar procedimientos para el uso adecuado del equipo**

Realizar diagramas de flujo de proceso más importantes, de actividades tales como la lubricación del equipo, uso adecuado de dispositivos para el mantenimiento del equipo y uso de multímetros y herramientas como los desarmadores de precisión. La información técnica es de gran ayuda para evitar equivocaciones que dañen el equipo o retrasen la ejecución de una tarea. Las ventajas de los diagramas de flujo son:

- Facilitar la comprensión del proceso a través de un análisis secuencial y gráfico que identifique claramente la naturaleza y desarrollo efectivo de cada tarea.
- Reducir al mínimo los tiempos muertos en la proceso analizado.
- Poseer una herramienta que permita mejorar continuamente los procesos por medio del rediseño y nuevas alternativas.

#### **6.5.8. Evaluar la distribución de la maquinaria en las instalaciones**

Con el fin de incrementar el flujo de materiales a través de los centros de trabajo es necesario analizar su distribución dentro de las instalaciones. Se debe tener en cuenta que siempre hay una mejor manera de hacer las cosas y

bajo ese concepto existe la posibilidad de optimizar el flujo tanto en pasillos de circulación como en los mismos centros de trabajo.

El reordenamiento físico de las instalaciones atiende a diversos factores, entre los que se pueden mencionar el espacio para el movimiento del material, los centros de trabajo, las áreas de almacenamiento, la cantidad de colaboradores directos e indirectos, la zona de carga y descarga, los espacios para el transporte fijo y el tamaño de la maquinaria.

La principal herramienta para evaluar el flujo es un diagrama de recorrido que muestre las distintas etapas de la producción de cajillas y que a su vez permita observar el equipo que no está en uso para realizar observaciones.

#### **6.5.9. Diseñar y proponer una programación de mantenimiento preventivo del equipo**

La aplicación más importante del mantenimiento es la preventiva, la cual tiene por objetivo proveer las condiciones necesarias para que el equipo preste el servicio por el cual fue adquirido. Una nueva planificación anual que establezca los períodos de producción continuos e interrupciones para el mantenimiento preventivo es necesaria cuando, aún existiendo una programación previa, los resultados no son satisfactorios en la reducción de fallas en el equipo.

#### **6.5.10. Detectar necesidades para elaborar un programa de capacitaciones**

Existen tres beneficios directos que se obtienen a través de la capacitación a los colaboradores y estos son:

- Incremento en la productividad por el uso eficiente de los equipos.
- Incentivar a los colaboradores a través de la brindarles capacitación técnica en el área de trabajo.
- Mejora la competitividad a nivel empresarial puesto que se cuenta con mano de obra especializada.

Establecer las necesidades más importantes para elaborar un programa de capacitaciones que incluya los requisitos cognitivos, técnicos y de seguridad industrial de la empresa, además de tomar en cuenta sugerencias del mismo personal encargado del mantenimiento del equipo.

#### **6.6. Procesamiento del desperdicio**

Como parte fundamental de un proceso de producción más limpia, existen lineamientos relacionados directamente con la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios para mejorar la eco eficiencia y reducir el riesgo para los humanos y el medio ambiente.

En el caso específico de los desperdicios, la producción más limpia se enfoca en la conservación de materia prima, agua y energía, eliminación del uso de materias tóxicas y reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos antes de que salgan de los procesos.

#### **6.7. Plan de respuesta ante los derrames de tintas**

La empresa debe contar con un plan de respuesta a emergencias principalmente en aquellos casos donde exista derrame de sustancias. Este

plan debe incluir simulacros y el manejo adecuado del producto en caso de derrame accidental.

En el caso de un derrame de tinta el operario, debe verificar si el derrame es en el depósito de tinta o en los rodillos. Detener la marcha de la máquina, limpiar el área afectada, dar aviso al Departamento de Mantenimiento para su revisión y reparación.

#### **6.8. Plan de respuesta ante emergencias de accidentes en el Área de Producción**

Para estar atentos y saber reaccionar ante una emergencia en el Área de Producción se debe contar con un plan de contingencia.

El "Plan de contingencia" tiene la finalidad de establecer los lineamientos y acciones preventivas y de primeros auxilios, orientados a incrementar la capacidad de respuesta ante cualquier contingencia de tipo natural o generada por el hombre. Asimismo, el contar con un programa de contingencia formalmente establecido y monitoreado por la Comisión de Seguridad e Higiene de la empresa, ofrece la confianza tanto a Gerencia General y trabajadores de poder contar con personal responsable de ejecutar el procedimiento o acciones correspondientes, que estén orientados a salvaguardar a las personas, bienes y el entorno de los mismos, para tal fin las líneas de acción establecidas.

- Meta: el programa contempla la integración de personal de la institución en las brigadas aplicando acciones y procedimientos establecidos para casos de siniestros.

- Evaluación de las instalaciones: la importancia de la inspección y la necesidad de la veracidad de sus resultados y la que se realice en el menor tiempo posible, hace necesaria una adecuada preparación, que comprende:
  
- Planificación
  - Objetivo: identificar las áreas de la empresa a evaluar.
  - Acciones:
    - Determinar el lugar, fecha, hora, duración probable, personal que va a hacer la inspección.
    - Determinar el número de personal para realizar la evaluación de cada una de las áreas de la empresa.
    - Realizar los contactos con instituciones de emergencia (bomberos, Conred), para tener el apoyo logístico en la evaluación de instalaciones.
  
- Información: previo a la inspección, debe obtenerse una información adecuada acerca del área a inspeccionar, prácticas inseguras más frecuentes, tipos de accidentes y lesiones, resultados de inspecciones e investigaciones anteriores, informes, registros, estadísticas, tasas de accidentes, entre otros según la necesidad.
  
- Materiales: debe proveerse con cierta minuciosidad todo lo necesario que facilita la "gira de la inspección", tales como: esquemas y diagramas, que sirvan de orientación; equipos de protección personal: cascos, guantes,



gafas, respiradores, entre otros; material de propaganda, afiches, folletos, avisos; así como cuadernos, lapiceros, entre otros.

- Hojas de verificación: deben prepararse anticipadamente con todos los puntos a examinarse, lo que permite evitar omisiones, manteniendo un orden de prioridades. Para elaborara dichas listas pueden servir de base los siguientes aspectos:
  - Distribución de la planta
  - Orden y limpieza
  - Manejo y transporte de materiales
  - Protección de mecanismos de transmisión
  - Equipo electrónico, iluminación
  - Herramientas, escaleras, plataformas
  - Cadenas, cables, rodajes, andamios
  - Ruidos, polvos, radiaciones, sustancias peligrosas, incendios
  - Equipos de protección personal, ropa de trabajo
  - Actitud de los trabajadores hacia la seguridad

#### **6.9. Capacitación de prevención de contaminación en el área de Producción**

En la empresa se debe formar un comité de capacitación, que será el encargado de poner en marcha el programa y velar por que este se desarrolle con éxito, así como procurar su expansión.

Inicialmente el comité debe velar por que se sienten las bases de un programa de capacitación para los asesores de ventas, pero con el tiempo y de

lo aprendido en esta fase, se debe buscar formar otros programas de capacitación para todas las demás áreas de la empresa.

Las personas que conformen el comité de capacitación para iniciar deben ser voluntarios, ya que de este tipo de personas es de las que se obtienen mejores resultados, además de ser entusiastas y emprendedoras. Conjuntamente la Dirección de este comité estar a cargo del gerente general y el Departamento de Recursos Humanos.

El comité debe estar dividido en dos grupos:

- El gerente general y jefes de área y
- Los capacitadores

A continuación se describen las capacitaciones a los jefes, operario y su desarrollo de capacitaciones.

Capacitación al Departamento Técnico –Administrativo, lo conforman el jefe de Prensa, Terminado, Impresión. Los talleres y cursos que se impartirán, son:

- Pre impresión, impresión y post impresión para diseñadores gráficos y publicistas.
- Conocimiento e implementación de la calidad total.
- Producción limpia y eficiencia estratégica.
- Mantenimiento preventivo, correctivo y planificación y control de equipos.

- Gestión de color, calidad y estandarización de flujos de procesos.
- Supervisión, control y mejoramiento continuo de la eficiencia de proceso productivo.
- Medición, estadísticas y control científico de personal y equipos de producción.
- Técnicas fundamentales para una impresión de alta calidad estandarizada.
- Control de calidad en la prensa offset y flexográfica.
- Liderazgo, planificación y control eficiente de la producción gráfica.
- Aplicación de técnicas de relajación, para la prevención del estrés laboral.
- Identificación y corrección de fallas técnicas y administrativas.

Para los operadores de cada una de las áreas de Impresión, Prensa, Terminado, se planifica los siguientes cursos a impartir, por medio de personal de la empresa que este caso los jefes de departamento participarían como instructores, además de contar con el apoyo de instructores externos.

- Gestión de calidad integral en pre impresión *offset*.
- Control de calidad y uso eficiente de equipos de medición técnico - científica de pre impresión *offset*.

- Gestión de color en pre impresión.
- Pre impresión básica.
- Mantenimiento preventivo y correctivo del operador.
- Como reducir los costos y tiempos de producción y optimización continúa de la calidad.
- Aplicados al impreso.

#### **6.10. Uso de nuevas técnicas de impresión**

Se puede mejorar con la tecnología digital, utilizando el sistema de computadora a la plancha por sus siglas en inglés CTPComputertoplate., la cual es una tecnología para las artes gráficas que emplea computadores para imprimir directamente las planchas de impresión offset o flexografía; sin utilizar películas (negativos o positivos). El proceso automático reemplazo a la fotomecánica para obtener las planchas.

#### **6.11. Evaluar la frecuencia de uso de los dispositivos para el tratamiento de desperdicios**

La producción más limpia exige planes de monitoreo de los distintos equipos para el reciclaje, recuperación y reutilización, a fin de medir los factores negativos y positivos que tiene para el medio ambiente cada una de las estrategias de la empresa, respecto de los desechos.

Se necesita conocer las especificaciones técnicas que se están utilizando, las condiciones de funcionamiento actuales y la carga de desechos que procesan, a fin de verificar que existe un balance entre la capacidad del dispositivo y el flujo de material que se hace pasar a través de este.

La cantidad de veces en las cuales se da un ciclo de tratamiento de desechos puede afectar directamente el funcionamiento y el control de mantenimiento preventivo de los dispositivos destinados para tales funciones.

La producción más limpia implica el establecimiento de planes de monitoreo y control de tratamiento de desechos y por tanto, de evaluación periódica de los resultados obtenidos a través de dichos planes, a fin de mejorarlos, rectificarlos o utilizar diferentes técnicas de reducción y reutilización, lo cual no quiere decir que se incrementen los costos.

#### **6.12. Proponer la adquisición y ubicación de equipo para el servicio de mantenimiento y para el procesamiento de desperdicio**

El criterio de la reducción de residuos es que siempre habrá formas más eficientes de hacer las cosas, en tal caso se deben analizar las capacidades de manejo de los equipos ya instalados y encontrar sus puntos débiles a fin de mejorarlos a través de la adquisición de equipo, con tecnologías avanzadas como equipos de recuperación de plata para el área de placas y osciloscopios para análisis de equipo electrónico, con la finalidad de reducir o eliminar cualquier tipo de impacto ambiental, mejorar la eficiencia en la producción y que al mismo tiempo se ubiquen en los lugares adecuados para no interrumpir en la producción de la empresa.



## CONCLUSIONES

1. El tema ambiental por lo general se ve en forma negativa en relación a los costos de la empresa, se piensa equivocadamente que ser amigable con el medio ambiente cuesta mucho dinero. Esta forma de pensar impide a las empresas justificar económicamente las decisiones necesarias para generar un impacto positivo hacia el medio ambiente.
2. La necesidad del manejo adecuado de los desechos sólidos y tóxicos dentro de la empresa representan una inversión considerable, sin embargo, los beneficios que se obtendrán serán mayores para la misma.
3. Considerando los riesgos tanto ambientales como para los trabajadores de la empresa, es indispensable la contratación de empresas especializadas en el manejo de materiales tóxicos.
4. Se debe informar a los trabajadores del programa de mejoramiento ambiental continuo, mediante el seguimiento de secuencias de pasos definidos en un proyecto de manejo desechos y aplicados en forma rutinaria para obtener un mejor control de contaminación dentro de la empresa.
5. Al reducir el potencial de exposición a los residuos peligrosos se logra una mayor seguridad laboral, lo cual disminuye casos de accidentes y enfermedades, beneficiando la salud de los trabajadores.





## RECOMENDACIONES

1. Para implementar un sistema de gestión ambiental es necesario comenzar con una Revisión Ambiental Inicial, la misma que permitirá identificar el punto de partida y los aspectos ambientales significativos que deberían ser tratados, reducidos o eliminados.
2. En los programas de gestión ambiental debe estar claramente definido los plazos de cumplimiento, preferiblemente por cada actividad, y dar seguimiento estricto a su ejecución de manera que se pueda controlar el proceso y evitar alguna desviación.
3. Si el trabajo a imprimir lo permite, utilizar tintas que sean sin pigmentos metálicos, tintas recicladas dentro del proceso y tintas en base a aceites vegetales. Se puede también mezclar los remanentes de los tinteros y combinarlas para crear tintas color negro para la impresión de textos.
4. La mejor forma para disminuir la cantidad de desperdicio de materiales en los procesos, es la planificación inicial que debe ser realizada por una persona con amplios conocimientos en las materias primas en los procesos productivos que satisfagan las necesidades del cliente y los costos de la empresa.
5. Para mejorar la ejecución efectiva de operaciones se debe realizar un estudio de tiempos y procedimientos en las Áreas de Mantenimiento y Producción.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ABOITIZ LÓPEZ, Juan C. *La unidad impresora A.C.* México: Unión de Industriales Litógrafos de México, 1993. 145 p.
2. ACLE, Tomasini. *Planeación estratégica de la calidad.* 6a ed. Argentina: Grijalva, 1990. 178 p.
3. AUSTIN, George T. *Manual de procesos químicos en la industria.* 5a ed. México: McGraw-Hill, 1995. 167 p.
4. BALLVÉ, Alberto M. *Misión y valores: la empresa en busca del sentido.* Barcelona, España: Gestión 2000, 2006. 200 p.
5. EVERETT, E. Adam; EBERT, Ronald J. *Administración de la producción y las operaciones.* México: Prentice Hall, 1988. 198 p.
6. GRANT, Eugene, L. *Control estadístico de calidad.* 2a ed. México: Continental, 2002. 708 p.
7. GRIMALDI, John V.; ROLLIN, H. Simonds. *La seguridad industrial, su administración.* 3a ed. México: Representaciones y servicios de ingeniería, 1979. 185 p.
8. KLETZ, Trevor. *¿Qué falló? Desastres en plantas con procesos químicos. ¿Cómo evitarlos?* 3a ed. España: McGraw-Hill Interamericana, 2003. 177 p.

9. *Manual de operación de prensas litográficas alimentadas por hojas*. 2a ed. Estados Unidos: Gaft, 1982. 145 p.
10. MEINSLICH, H.; et al. *Química orgánica*. 2a ed. España: McGraw-Hill Interamericana, 1993. 165 p.
11. *Prevención de la contaminación en el sector papelerero*. México: Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL) del Plan de Acción para el Mediterráneo, 2005. 121 p.
12. SANDOVAL ARANA, Mildred Claudina. *Guía para establecer un certificado de calidad en una empresa de artes gráficas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1991. 88 p.