

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química



**FORMULACIÓN DE UNA SOLUCIÓN LIMPIADORA UNIVERSAL  
PARA MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET**

**MAYNOR ESTUARDO TURCIOS GARCÍA**

ASESORADO POR ING. JULIO CÉSAR FAGIANI TÜRK

GUATEMALA, MAYO DE 2005  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

# **FORMULACIÓN DE UNA SOLUCIÓN LIMPIADORA UNIVERSAL**

**PARA MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MAYNOR ESTUARDO TURCIOS GARCÍA**

ASESORADO POR ING. JULIO CÉSAR FAGIANI TÜRK

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

# INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, MAYO DE 2005  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



## NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

|            |                                      |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson |
| VOCAL I    | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos      |
| VOCAL II   | Lic. Amahán Sánchez Álvarez          |
| VOCAL III  | Ing. Julio David Galicia Celada      |
| VOCAL IV   | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz       |
| VOCAL V    | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva       |
| SECRETARIO | Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez |

## **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  |
| EXAMINADOR | Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio   |
| EXAMINADOR | Ing. Jaime Domingo Carranza González  |
| EXAMINADOR | Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía |
| SECRETARIO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco    |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**FORMULACIÓN DE UNA SOLUCIÓN LIMPIADORA**

**UNIVERSAL PARA MÁQUINAS DE IMPRESIÓN OFFSET**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química con fecha de mayo de 2005.

---

Maynor Estuardo Turcios García

## **DEDICO ESTE TRABAJO**

A DIOS TODOPODEROSO

Por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida

A MIS PADRES

Manuel de Jesús Turcios Estrada  
Sara García de Turcios.  
Por su apoyo y confianza incondicional

A MIS HERMANOS

Silvia Turcios de Arredondo  
Cristian y Giovanni Turcios García.  
Por su confianza brindada en todo momento

A MIS AMIGOS

Por su apoyo a todos ellos.

AL INGENIERO

Julio Cesar Fagiani Türk, por su ayuda  
y asesoría en la elaboración de este  
trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

|  |     |
|--|-----|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....  | III |
| GLOSARIO .....   | V   |
| RESUMEN .....  | VII |
| OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....  | IX  |
| INTRODUCCIÓN .....   | XI  |
| <br>   |     |
| 1. MARCO TEÓRICO   |     |
| 1.1. Marco teórico específico  |     |
| 1.1.1. Importancia del mantenimiento y la limpieza de la<br>maquinaria para impresión <i>offset</i> .....                      | 1   |
| 1.1.2. Solventes para limpieza de máquinas de impresión <i>offset</i> ...  | 2   |
| 1.1.3. Características de los diferentes productos para limpieza<br>de rodillos y mantillas, existentes en la actualidad ..... | 5   |
| 1.2. Antecedentes  |     |
| 1.2.1. La impresión .....  | 7   |
| 1.2.2. Formas para la impresión  |     |
| 1.2.2.1. Formas tipográficas .....   | 7   |
| 1.2.2.2. Formas calcográficas .....  | 8   |
| 1.2.2.3. Formas planográficas .....  | 8   |
| 1.2.3. Procedimientos de impresión   |     |
| 1.2.3.1. Procedimiento tipográfico .....   | 9   |
| 1.2.3.2. Procedimiento calcográfico .....  | 10  |
| 1.2.3.3. Procedimiento planográfico .....  | 11  |
| 1.2.4. Impresión <i>offset</i> .....   | 12  |

|  |    |
|--|----|
| 1.2.5. Tintas y aceites lubricantes utilizados en la impresión <i>offset</i> |    |
| 1.2.5.1. Tintas .....  | 16 |
| 1.2.5.2. Aceites lubricantes .....   | 18 |
| 1.2.6. Tipos y configuración de máquinas para impresión <i>offset</i> ...    | 19 |
| 1.2.6.1. Rodillos .....  | 20 |
| 1.2.6.2. Mantillas .....   | 21 |
| 1.2.6.3. Engranajes, cojinetes y ejes de transmisión .....                   | 23 |
| <br>   |    |
| 2. METODOLOGÍA   |    |
| 2.1. Materiales y reactivos.....   | 25 |
| 2.2. Equipo .....  | 25 |
| 2.3. Agente limpiador .....  | 26 |
| 2.4. Agente tensoactivo .....  | 26 |
| 2.5. Agente volatilizante .....  | 26 |
| 2.6. Descripción .....   | 26 |
| 2.7. Procedimiento .....   | 27 |
| <br>   |    |
| 3. RESULTADOS .....  | 31 |
| <br>   |    |
| 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....   | 39 |
| <br>   |    |
| CONCLUSIONES .....   | 43 |
| <br>   |    |
| RECOMENDACIONES .....  | 45 |
| <br>   |    |
| REFERENCIAS .....  | 47 |
| <br>   |    |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 49 |
| <br>   |    |
| APÉNDICES .....  | 51 |
| <br>   |    |
| ANEXOS .....   | 53 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Sistemas de impresión  | 10 |
| 2.  | Partes de una impresora <i>offset</i>                                  | 16 |
| 3.  | Gráfica pruebas de solubilidad a saturación con grasa sólida           | 36 |
| 4.  | Gráfica pruebas de solubilidad a saturación con aceites<br>lubricantes | 36 |
| 5.  | Gráfica pruebas de solubilidad a saturación con tintas                 | 37 |
| 6.  | Gráfica pruebas de solubilidad a saturación con sólidos<br>complejos   | 37 |
| 7.  | Gráfica pruebas de tiempo de limpieza                                  | 38 |
| 8.  | Gráfica pruebas de tiempo de secado                                    | 38 |
| 9.  | Máquina plana para impresión <i>offset</i>                             | 53 |
| 10. | Engranajes de una máquina rotativa                                     | 53 |
| 11. | Cuadro de mandos de una <i>offset</i>                                  | 56 |
| 12. | Pantalla de protección del acceso al grupo de cilindros                | 57 |
| 13. | Barra de limpieza  | 57 |
| 14. | Protección del acceso a cilindros por barra sensible<br>basculante     | 58 |
| 15. | Protección contra el riesgo de amputación                              | 58 |
| 16. | Protección contra el riesgo de amputación                              | 59 |

|     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| 17. | Pantallas de protección | 61 |
|-----|-------------------------|----|

## **TABLAS**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Repercusiones de una limpieza inadecuada  | 4  |
| II.   | Productos limpiadores alemanes existentes en la actualidad                              | 6  |
| III.  | Productos limpiadores alemanes existentes en la actualidad                              | 6  |
| IV.   | Formulaciones propuestas  | 16 |
| V.    | Pruebas de solubilidad a saturación con grasa sólida                                    | 32 |
| VI.   | Pruebas de solubilidad a saturación con aceites lubricantes                             | 33 |
| VII.  | Pruebas de solubilidad a saturación con tintas  | 33 |
| VIII. | Pruebas de solubilidad a saturación con sólidos complejos                               | 34 |
| IX.   | Pruebas de tiempo de limpieza   | 34 |
| X.    | Pruebas de tiempo de secado   | 34 |
| XI.   | Análisis de varianza para la clasificación unilateral para un nivel de confianza de 95% | 35 |

## GLOSARIO

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Agente limpiador</b>        | Compuesto químico encargado de la disolución de los agentes causantes de la formación de costras e incrustaciones.  |
| <b>Agente lubricante</b>       | Compuesto químico encargado de proporcionar una humectación adecuada para evitar resecamiento.  |
| <b>Agente tensoactivo</b>      | Compuesto químico encargado de estabilizar una emulsión compuesta por dos líquidos inmiscibles.   |
| <b>Agente volatilizante</b>    | Compuesto químico utilizado para mejorar la volatilidad de una solución, es decir disminuir su punto de evaporación.  |
| <b>Concentración</b>           | Término utilizado para designar la cantidad de soluto disuelta en una cantidad de disolvente o solución.  |
| <b>Corrosión</b>               | Ataque destructivo de un metal por reacción química o electroquímica del mismo con su medio ambiente.   |
| <b>Impresión <i>offset</i></b> | Tipo de impresión basada en el principio de que el agua y la tinta no se mezclan, es decir las áreas de imagen se mantienen receptoras a la tinta y repelen el agua, mientras que las partes de no imagen repelen la tinta. |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Máquina plana</b>         | Máquina utilizada en un proceso de impresión tipo lote, a partir de pliegos de papel.  |
| <b>Máquina rotativa</b>      | Máquina utilizada en un proceso de impresión continuo a base de bobinas de papel.  |
| <b>Porcentaje en volumen</b> | Es la cantidad en mililitros de soluto que hay en 100 mililitros de solución.  |
| <b>Sedimento</b>             | Materia que, habiendo estado suspendida en un líquido, se posa en el fondo debido a su mayor densidad.                             |
| <b>Sobresaturación</b>       | Condición que se alcanza cuando la solución contiene más soluto que el requerido para el equilibrio a una determinada temperatura. |
| <b>Solubilidad</b>           | Es la cantidad máxima de soluto que puede disolverse en una cantidad dada de solvente a una determinada temperatura.               |
| <b>Solución</b>              | Es una mezcla de dos o más sustancias formando un sistema homogéneo.   |
| <b>Solución saturada</b>     | Se da cuando se alcanza el equilibrio entre el soluto disuelto y el soluto sin disolver.   |
| <b>Tiro o tiraje</b>         | Lote determinado de pliegos o cuadernillos a ser impresos.   |

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación, de tipo experimental, se llevó a cabo con el objetivo de formular un producto único, que permita efectuar una limpieza eficiente, como parte del mantenimiento preventivo en la maquinaria para impresión *offset*, lo cual permitirá conservar una adecuada calidad de impresión, así como optimizar la vida útil, tanto de partes intercambiables, como del equipo en general, garantizando siempre un funcionamiento eficiente. Esta formulación se basa en materias primas disponibles en el mercado local, teniendo características similares a los productos importados, a un costo mucho más accesible para los impresores nacionales.

Se realizó formulando con compuestos químicos, grado industrial, tomando en cuenta las características básicas de funcionamiento del producto que se quiere fabricar. Como agente limpiador se utilizó xileno, espíritu mineral y hexano; como agente tensoactivo, lauril sulfato de sodio y nonilfenol; como agente volatilizante, cloruro de metileno e isopropanol; y como agente lubricante, acetato de butilo y acetato de n-propilo.

Se propusieron formulaciones expresadas en porcentaje en volumen, teniendo cuatro seleccionadas en función de pruebas de solubilidad, de tintas, grasas y aceites lubricantes y mezclas complejas de las anteriores con pelusa de papel, polvo y otras impurezas del ambiente, los cuales causan corrosión y fallos innesarios en partes móviles de los equipos durante momentos críticos de la producción. A continuación, se evaluaron los tiempos de limpieza y de secado de cada una de las cuatro formulaciones seleccionadas, hasta llegar a la más eficiente.

En forma cualitativa se evaluó la calidad de limpieza, así como la calidad de impresión, durante el arranque y después de efectuada la misma.

Se observó una disminución considerable del desperdicio gracias a esta práctica. Como criterio final, se realizó un costeo de las formulaciones escogidas, comparándolas con los precios de productos importados.

## **OBJETIVOS**

➤ **General**

Formular un producto único que permita efectuar la limpieza y mantenimiento eficiente de las máquinas de impresión *offset* mejorando el rendimiento de materias primas y la calidad de impresión, prolongando además la vida útil de las mismas.

➤ **Específicos**

1. Formular un producto con materias primas que se encuentren disponibles en el mercado local, a costos más competitivos que los productos importados.
2. Determinar los valores óptimos de solubilidad, tiempo de limpieza y tiempo de secado de las formulaciones, en función de grasas, tintas y mezclas complejas de impurezas a atacar.
3. Evaluar las diferencias significativas en los tiempos de limpieza y de secado de cada una de las formulaciones con el objeto de determinar las más eficientes.
4. Evaluar cualitativamente la calidad de limpieza de cada una de las formulaciones, hasta llegar a la mejor.

5. Comparar costos de producción de las formulaciones locales con las formulaciones de productos importados para evaluar la rentabilidad de la fabricación nacional.

## **HIPÓTESIS**

Es posible obtener la formulación de un producto único que pueda realizar el trabajo de limpieza y mantenimiento de equipo para impresión *offset* mejor que los productos importados, utilizados en procedimientos actuales, los cuales se componen en algunos casos de dos o tres soluciones diferentes para un mismo fin, complicando su implementación, desde puntos de vista técnicos y económicos. Dicho producto deberá ofrecer una mejor rentabilidad.

## **HIPÓTESIS ESTADÍSTICA**

Ho: No existe diferencia significativa entre los agentes limpiadores.

Ha: Si existe diferencia significativa entre los agentes limpiadores.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria litográfica utiliza una amplia variedad de equipos que, tecnológicamente, son cada vez más sofisticados y costosos, por lo que es necesario un mantenimiento profundo y constante de cada uno de sus componentes, prologando así su vida útil y aprovechando al máximo su capacidad, lo que permite recobrar a corto plazo la inversión que en ellos se haga y obteniendo una óptima calidad en todos los trabajos de impresión donde se empleen, lo que permitirá una eficiente competencia en un mercado que es cada vez más exigente.

La litografía *offset* es una técnica muy versátil que permite imprimir una amplia gama de todo tipo de documentos (periódicos, revistas, afiches, trifoliales, *posters*, libros de texto, trabajos de graduación, etc.). Es un proceso fisicoquímico donde la tinta se transfiere de la superficie de una placa litográfica a una superficie intermedia de caucho y de aquí al papel. Los equipos *offset* utilizan mantillas y rodillos de caucho como intermediarios para trasladar las imágenes en positivo.

Entre una impresión y la siguiente, quedan residuos de tinta y pelusa de papel, lo que provocará un alto desperdicio por arranque. Asimismo, se producirán costras vítreas, inducidas por los mismos residuos, además del polvo y toda clase de impurezas ambientales que se mezclan con la tinta y los aceites y grasas utilizados como lubricantes, originando problemas que redundarán en daños irreparables en las partes móviles de los equipos (engranajes, cojinetes, ejes, etc.), así como superficies de caucho (rodillos y mantillas).

Estos últimos son sensibles a expandirse, por lo cual no puede usarse cualquier tipo de solvente para su limpieza, como gasolina, *thinner*, solvente mineral, diesel, etc., ya que sufren un deterioro progresivo, induciendo agrietamiento y desgaste, lo cual reduce su vida útil y aumenta los costos de mantenimiento. Muchas industrias importan productos de limpieza para este fin, los cuales además de ser costosos, son de composición química indefinida, lo cual los hace de difícil control.

Por todas las razones expuestas, es imperiosa la necesidad de contar con una solución química adecuadamente formulada para el correcto mantenimiento, que elimine rápida y efectivamente todas estas impurezas desagradables sin dañar las partes sensibles del equipo y permitiendo un secado rápido, optimizando el tiempo de producción entre tiro y tiro, a bajo costo y con materias primas disponibles localmente.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Marco teórico específico

### 1.1.1. Importancia del mantenimiento y la limpieza de la maquinaria para impresión *offset*

La maquinaria de alta precisión y tecnología utilizada en el proceso de impresión *offset*, posee un alto costo y representa el alma de toda empresa dedicada a la industria litográfica. Debe ser tratada con adecuada atención para prolongar su vida útil, manteniéndola siempre disponible para trabajar con regularidad, calidad y costos óptimos. La limpieza y lubricación constantes, de acuerdo con programas de mantenimiento preventivo, técnicamente elaborados, son básicas para lograr los fines antes anotados.

Dentro de todo programa de mantenimiento preventivo y correctivo se involucran procedimientos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, donde no puede faltar un producto técnicamente formulado que proporcione una limpieza profunda, rápida y eficiente, previa a toda lubricación periódica. Como se expuso en todas las maquinas planas y rotativas es necesario utilizar grasas y aceites lubricantes que atenúen la fricción generada en las partes móviles del equipo durante el proceso de impresión. Asimismo, las tintas utilizadas, que son fabricadas a base de grasas no saturadas, generan salpicaduras, que combinadas con los lubricantes, el polvo del ambiente y la pelusa del papel, formarán masas que inducirán corrosión, mal funcionamiento de engranajes y cojinetes, provocando el atascamiento de los mismos que durante el proceso pueden generar daños funestos al equipo.

Las rupturas de papel producirán trabas en los rodillos, perdiendo tiempo productivo o rompiendo piezas, lo que llevará a reparaciones engorrosas, tardadas y costosas.

### **1.1.2. Solventes para limpieza de máquinas de impresión *offset***

Un solvente de limpieza universal debe cumplir la función de remover tinta, grasa y aceite lubricante, así como mezclas complejas de los mismos con residuos de papel y polvo, que impregnan las partes móviles de la maquinaria durante la operación. Se necesita que proporcione una limpieza profunda, sin causar daños colaterales como sería la expansión de los accesorios de caucho (rodillos y mantillas), lo que alteraría las dimensiones de las imágenes a imprimir, provocando un descuadre de los cuatro colores proceso (cian, magenta, amarillo y negro); además no debe dañar las áreas de impresión de las placas y no ser tóxico por ingestión o inhalación.

Un limpiador deberá cumplir tres funciones: la primera es remoción de grasas en general, lo cual podrá lograrse mediante el uso de un solvente orgánico, la segunda será de una limpieza profunda, que se logrará por medio de un agente tensoactivo y finalmente una leve lubricación de las partes de caucho, que también se logra por medio de un solvente orgánico de alto peso molecular, cuya consistencia es ligeramente aceitosa. Se incluye dentro de la fórmula un compuesto que ayude a minimizar el tiempo de secado para mejorar la eficiencia del producto y evitar que los solventes estén demasiado tiempo en contacto con las partes de caucho, lo que provocaría excesiva resequedad y posterior agrietamiento de las mismas, minimizando su vida útil y aumentando en forma sistemática los costos de impresión, ya que dichas partes tienen altos costos, por lo que debe obtenerse de ellas el máximo rendimiento.

Actualmente existen en el mercado varios productos que se importan totalmente terminados, cuya formulación no siempre se adapta a las necesidades específicas de los impresores locales, además de comprarse a precios tan altos que inducen a la mayor parte de personas a utilizar solventes no recomendables que ocasionarán daños severos a sus equipos. Algunos de ellos utilizan dos o tres productos que se venden separadamente para lograr el mantenimiento correcto de las máquinas, lo cual aumenta significativamente los costos de consumo, que inciden negativamente en los costos de producción.

Con el objeto de cumplir con las funciones básicas de un producto formulado en forma balanceada, se utilizarán solventes como xileno, espíritu mineral y hexano, como encargados de remover grasas en general, así como mezclas complejas de las mismas; nonilfenol y laurilsulfato de sodio como detergentes, no iónico en el caso del primero e iónico en el caso del segundo, como complementarios para una limpieza completa y profunda. Cloruro de metileno e isopropanol, que tienen la función de mejorar el tiempo de secado para minimizar el contacto de los solventes con partes de caucho, evitando así excesivo resecamiento y agrietaduras. Finalmente, se recurre a solventes de un peso molecular más alto, lo que les da una consistencia ligeramente aceitosa, con el fin de dejar una leve lubricación residual; en este caso se utiliza acetato de butilo y acetato de n-propilo, productos muy comunes en el mercado local.

La limpieza de máquinas rotativas, que normalmente son voluminosas, se lleva a cabo aplicando la solución por medio de sopletes de alta presión, lo que mejora su penetración en las partes más recónditas, donde suele acumularse la suciedad, proceso que normalmente se realiza para el mantenimiento periódico.

Para limpiar rodillos y mantillas pueden utilizarse aplicadores plásticos tipo piseta, los cuales rocían la solución con el equipo funcionando a baja velocidad induciendo una descarga de tintas, proceso recomendado cuando se realizan cambios de color, especialmente entre un tiro y otro. Se aconseja la limpieza de estas partes antes de iniciar cada tiro, lo cual evita la imagen fantasma y minimiza el desperdicio. La Tabla I contiene las repercusiones provocadas por una limpieza inadecuada, lo cual induce riesgo para el equipo y altos costos de producción motivados por el desperdicio.

**Tabla I. Repercusiones de una limpieza inadecuada**

| FUNCIONAMIENTO INADECUADO  | CAUSAS  |
|--|---|
| <b>Deslavado:</b> áreas de superficie de no-impresión aceptan y toman tinta.   | Rodillos de humectador sucios.<br>Rodillos de forma aplanados y deformados.   |
| <b>Gránulos:</b> impresión granulosa gris o débil.   | Mantillas vidriadas o sucias.<br>Imagen desgastada en la plancha.   |
| <b>Pegosidad y hickies:</b> puntos blancos en las áreas sólidas y puntos negros en las áreas blancas de la página impresa. | Mantillas sucias.<br>Rodillos de humectador sucios.<br>Superficie de mantilla muy pegajosa.<br>Superficie de rodillos impregnadas de pelusa de papel. |
| <b>Falta de imagen:</b> imagen impresa dispareja. Los rodillos se rehúsan a tomar la tinta.                                | Rodillos de entintaje vidriados.  |
| <b>Decoloración:</b> bandas de imagen borrosa aparecen a lo largo de la banda de bobina.                                   | Tinta seca en las planchas.<br>Pelusa de papel en la mantilla o rodillos de forma.  |
| <b>Alcance:</b> bandas radiales en áreas de no-impresión.  | Rodillos de humectador sucios o secos o cubiertos.  |
| <b>No impresión:</b> partes de la imagen que no se imprimen.   | Tinta seca en la plancha.   |
| <b>Banda de bobina suelta:</b> las bandas de bobina tirando muy sueltas entre la unidad y la plegadora.                    | Mantillas pegajosas.<br>Pelusa acumulada en las mantillas.  |

### **1.1.3. Características de los diferentes productos para limpieza de rodillos y mantillas existentes en la actualidad**

En el mercado local se encuentran, totalmente importados, dos clases de productos: Hydro-wash, que son formulados a base de agua y por lo tanto totalmente miscibles en la misma y Solv-wash, formulados a base de solventes orgánicos, muy poco o nada miscibles en agua, que necesitan la acción de algún producto tensoactivo para poder combinarlos con cierto porcentaje de agua en el momento de su aplicación, para mejorar su rendimiento en lo que al costo se refiere.

Los primeros tienen un costo menor, presentando las características químicas de un desengrasante, retirable completamente con agua de las partes móviles del equipo; ofrecen el ligero inconveniente de provocar cierta oxidación y corrosión en algunas partes que no son de acero inoxidable, aunque por lo demás limpian profundamente los componentes de caucho que tienen contacto directo con la impresión.

Los segundos, de mayor costo que los anteriores, ofrecen una mayor eficiencia en la limpieza desde el punto de vista del tiempo de secado y profundidad, no requiriéndose de grandes cantidades de agua para retirarlos, ni afectándose partes del equipo susceptibles de oxidación; se encuentra aquí el problema de resequedad de las partes renovables de caucho, por lo que las formulaciones deben ser muy balanceadas para agilizar el tiempo de contacto con el solvente y proveer una ligera lubricación.

El costo es sumamente importante en ambos casos, ya que se pretende sustituir solventes como gasolina, *thinner*, gas común, etc., tan difundidos en el medio y tan dañinos a los equipos. Las tablas II y III resumen los principales productos para limpieza existentes en el mercado de las artes gráficas.

**Tabla II. Productos limpiadores alemanes existentes actualmente**

| Nombre comercial   | Características físicas                                      | Punto de inflamación aproximado (°C) |
|--------------------|--|--------------------------------------|
| Böttcherin 60      | Miscible con agua, para suciedad normal                      | 65                                   |
| Böttcherin 60-F    | Débilmente miscible en agua, filtrable                       | 65                                   |
| Böttcherin 600     | Miscible en agua, para suciedad pronunciada                  | 65                                   |
| Böttcherin 100-F   | Débilmente miscible en agua, filtrable                       | > 100                                |
| Böttcherin 100     | Miscible en agua, para suciedad normal                       | > 100                                |
| Böttcherin 1000    | Miscible en agua, para suciedad pronunciada                  | > 100                                |
| Böttcherin HS      | Miscible en agua, preferente uso en impresión <i>heatset</i> | 110                                  |
| Feboclean BIO-2K   | Débilmente miscible en agua, filtrable                       | 160                                  |
| Feboclean BIO-3    | Miscible en agua, para suciedad pronunciada                  | 180                                  |
| Böttcherin Orange  | Inmiscible en agua, para máquinas antiguas                   | 42                                   |
| Böttcherin Blanket | Débilmente miscible en agua, para máquinas antiguas          | 42                                   |
| Böttcherin GTW     | Miscible en agua, para máquinas antiguas                     | 42                                   |
| Feboclean UV       | En caso del uso de tintas que secan bajo luz UV              | 65                                   |

**Tabla III. Productos limpiadores americanos existentes actualmente**

| Nombre comercial                | Descripción   |
|---------------------------------|---|
| Stabilat 52                     | Aditivo para impresión <i>offset</i> en hojas. No contiene goma arábiga. Regula el pH en 5.2. Excelente equilibrio tinta-agua.  |
| Stabilat RKI                    | Para la impresión <i>offset</i> en bobinas. Contiene agentes anticorrosivos.  |
| Acedin                          | Aditivo que crea rápidamente un excelente balance tinta-agua. Evita la corrosión en las planchas, sin necesidad de engomar. Establece un pH óptimo para la impresión. Permite la ausencia de tinta en las zonas de no-imagen, evitando el velo. Se usa en sistemas con o sin alcohol. |
| Acedin L                        | Aditivo para agua de dureza normal. Regula el pH entre 5 y 5.2. Contiene goma arábiga.  |
| Acedin LH                       | Para agua dura. Regula el pH entre 5 y 5.2. Contiene goma arábiga.  |
| Acedin Web I                    | Aditivos para máquinas rotativas. Sin goma arábiga. Regula el pH entre 5 y 5.2.   |
| Acedin Heat 4385                | Apropiado para rotativas con túnel de secado. Regula el pH entre 5 y 5.2.   |
| Acedin Form I                   | Especial em rotativas donde se trabaja con tintas UV.   |
| Acedin 62                       | Ideal para trabajar con tintas de alto impacto. Regula el pH en 6.2.  |
| Acedin LH I Web listo para usar | Aconsejado para quienes tienen aguas de línea de pH y durezas variables.  |
| Alcofount B 181                 | Disminuye el uso de alcohol isopropílico al 4%. Se agrega en un rango de 2 a 4%. Regula el pH entre 4.8 y 5.  |
| Alkaline 90                     | Trabaja a un pH alcalino entre 8.5 y 9. Uso para tintas metálicas, oro y plata  |



## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. La impresión**

La impresión es la técnica para reproducir escritos e ilustraciones mediante la presión de una matriz sobre un tipo de soporte cualquiera, con intervención de la tinta que permite apreciar el resultado de tales operaciones, o sin ella (impresión en seco), con la presión suficiente para que pueda advertirse tal resultado. La impresión de un libro depende del molde o forma con que ha de imprimirse, de la máquina o prensa que ha de realizar la operación, del soporte que ha de recibir la huella impresa y del número de ejemplares que se quieran obtener. (Labherm, 1998)

### **1.2.2. Formas para la impresión**

La palabra forma designa el molde que se coloca en la prensa para imprimir una cara del pliego de papel. Existen los siguientes tipos de formas.

#### **1.2.2.1. Formas tipográficas**

Se distinguen de las demás formas por tener los elementos impresores en relieve. Comprende los moldes realizados con materiales tipográficos (letras sueltas o líneas bloque, líneas, filetes, blancos, grabados, etc.). Antiguamente existían maneras de duplicar estos moldes:

- Galvanotipia, se podía duplicar un molde tipográfico obteniendo de él una cascarilla que se rellenaba de plomo o plástico para que alcanzara la altura del tipo de imprenta. Las formas tipográficas se imprimían en máquinas tipográficas.

- Estereotipia, utilizada para la impresión de periódicos y de libros baratos y de tiraje largo.

### **1.2.2.2. Formas calcográficas**

Estas formas tienen los elementos impresores en hueco en relación con los que han de quedar en blanco. Pueden ser:

- Planas, se obtienen mediante el grabado manual o químico y se emplean en la impresión calcográfica con tintas grasas consistentes.
- Cilíndricas, consisten en cilindros con una capa electrolítica de cobre que se graba con los procedimientos de formas en hueco. Una cuchilla de acero llamada rasqueta o raedera roza el cilindro a presión para eliminar la tinta sobrante y dejar solamente la de los alvéolos, que es la que imprime. Se emplean para el huecograbado.

### **1.2.2.3. Formas planográficas**

Están constituidas por planchas en las cuales no hay elementos en relieve ni en hueco, sino que es la misma superficie la que imprime mediante efectos fisicoquímicos que actúan a nivel de los elementos impresores y de los blancos:

- a) Los elementos impresores aceptan la tinta grasa y rechazan el agua.
- b) Los blancos rechazan la tinta y aceptan el agua. Entre las formas litográficas destacan las destinadas al *offset*, planchas generalmente polimetálicas a las cuales, mediante procedimientos fotolitográficos, se transportan los textos e imágenes que se han de imprimir.

### **1.2.3. Procedimientos de impresión**

La forma o molde con que se imprime es lo que distingue los diversos procedimientos de impresión, de modo que cada forma requiere un tipo especial de máquina o prensa de imprimir. Los principales procedimientos de impresión son:

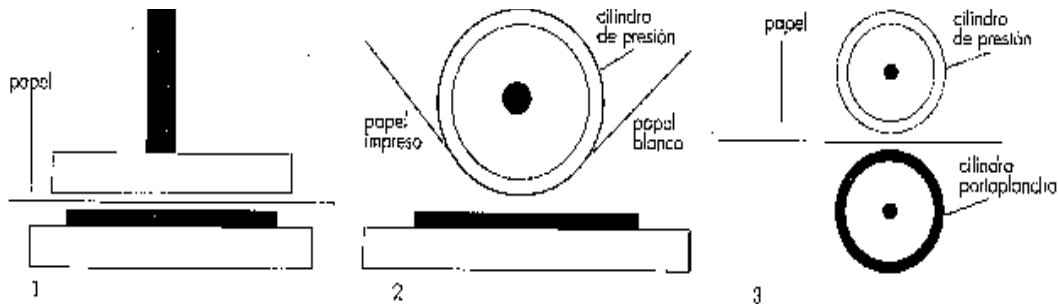
- a) tipográfica (elementos impresores en relieve: tipografía y flexografía)
- b) calcográfica (elementos impresores en hueco: calcografía, heliograbado, huecograbado)
- c) planográfica (elementos impresores planos: litografía, *offset*)

#### **1.2.3.1. Procedimiento tipográfico**

Procedimiento de impresión que utiliza formas en relieve, como la letra de imprenta (suelta o en línea bloque de linotipia), el molde estereotípico y el grabado en relieve. Comprende dos tipos principales de impresión:

- a) Impresión tipográfica. Se realiza con moldes en relieve y una máquina o prensa adecuada, que puede ser:
  - De presión plana, que tiene planos el tímpano y la platina, es decir, que el molde y el papel son superficies planas.
  - De presión plano cilíndrica, la platina es plana y el papel se enrolla a un cilindro, que efectúa la presión sobre el molde.
  - De presión cilíndrica, el porta forma y el porta soporte es cilíndrico; el papel viene en bobinas y la impresión es continua. Se conoce con el nombre de rotativas.

**Figura 1. Sistemas de impresión**



Sistemas de impresión tipográfica: 1) presión plana (plano contra plano); 2) presión planocilíndrica (plano contra cilindro); 3) presión cilíndrica (cilindro contra cilindro)

Fuente: [www.labherm.filol.csic.es/sapanu1998/ES/Autoedicioin/MAC3/definición.html](http://www.labherm.filol.csic.es/sapanu1998/ES/Autoedicioin/MAC3/definición.html)

Cada uno de estos géneros de máquinas tiene su propio sistema o mecanismo de entintado formado por una serie de rodillos que toman la tinta, la baten para homogeneizarla y la dan al molde en la cantidad idónea para producir una buena impresión.

- b) Impresión flexográfica. Este procedimiento se realiza con moldes de caucho o de plástico en relieve y tintas muy fluidas y volátiles para que produzca un secado casi instantáneo. No se aplica a la impresión de libros, pero sí a la de revistas infantiles y álbumes.

### **1.2.3.2. Procedimiento calcográfico**

La palabra calcografía se aplica a los procedimientos de impresión que utilizan planchas, generalmente de cobre (de ahí calcografía, del griego chalkós, cobre, bronce), grabadas en hueco. Podemos distinguir entre la calcografía artística y el huecograbado.

- a) La calcografía artística. En sentido estricto, la calcografía es el procedimiento para imprimir, mediante prensas calcográficas, planchas grabadas en hueco. Las formas pueden ser manuales (xilografía, talla dulce) o realizadas por incisiones químicas (aguafuerte, aguainta), siempre dentro del campo del grabado artístico.
- b) El huecogrado. El procedimiento moderno e industrial de la calcografía es el huecogrado. Es un procedimiento de impresión rotativa que utiliza formas cilíndricas cuyos elementos impresores están en hueco. La tinta, muy líquida, está hecha con disolventes volátiles que se secan por evaporación. La imagen que ha de reproducirse se graba en hueco sobre un cilindro de cobre que recibe el nombre de forma en hueco. Para conseguir la reproducción de los claros y oscuros de los colores el cilindro grabado está constituido por un conjunto de celdillas, más o menos profundas según la tonalidad de la tinta que ha de reproducir. Esta subdivisión del cilindro en celdas se efectúa por un proceso de tramado que se aplica conjuntamente a las ilustraciones y a los caracteres que constituyen el texto. En la actualidad, el grabado del cilindro, que antes era artesanal, es electrónico y se realiza mediante escáneres. La impresión se realiza en máquinas especiales que pueden ser de pliegos u hojas o de bobinas (papel continuo). Al imprimir, la tinta sobrante del cilindro es retirada por una cuchilla de acero llamada rasqueta o raedera.

### **1.2.3.3. Procedimiento planográfico**

- a) Planografía. Esta palabra, comprende los procedimientos de impresión que utilizan moldes planos, es decir, planchas sin relieves ni huecos, como la litografía y el *offset*.

- b) Litografía. Los procedimientos actuales, entre los que se encuentra el *offset*, nada tienen en común con los de la litografía primitiva que se valía de moldes constituidos por piedras litográficas (de las que los mejores yacimientos se hallan en Solenhofen, Alemania). Los procedimientos litográficos actuales pueden ser directos e indirectos. Entre los primeros hay una serie de ellos que utilizan planchas de zinc o de aluminio. El procedimiento indirecto que se utiliza hoy en día para la impresión de libros, el *offset*, usa planchas de zinc.

#### **1.2.4. Impresión *offset***

El *offset* es un sistema de impresión litográfica indirecta con idénticos principios que la impresión litográfica directa. El molde que usa es polimetálico, y tiene la peculiaridad de que no imprime directamente en el papel, como es común en los demás sistemas de impresión, sino en un rodillo intermedio cubierto por una mantilla de caucho que transfiere la tinta al papel.

Las exigencias cada vez más rigurosas a cumplir por la calidad y la productividad convirtieron este proceso tipográfico en el más ampliamente utilizado en el sector de imprenta. Gracias a muy variados campos de aplicación, desde el formato grande hasta el pequeño, las impresiones de uno y varios colores, prospectos, folletos publicitarios, embalajes, diarios y revistas se trata de un procedimiento tipológico universal.

Para los requisitos específicos de rodillos de entinte, mojadores y especiales de los diferentes campos de aplicación, se ofrece al tipógrafo un amplio surtido de materiales de goma para el *offset* de pliegos y con papel continuo.

La información sobre productos ayuda a elegir el material de cilindro acertado, informando sobre propiedades especiales. Puede contarse con una red de más de 50 tipógrafos formados, técnicos de imprenta y químicos para efectuar una selección de los productos bajo condiciones óptimas.

El *offset* es un sistema de impresión que usa placas de superficie plana. El área de la imagen a imprimir está al mismo nivel que el resto, ni en alto ni en bajo relieve, es por eso que se le conoce como un sistema planográfico.

Se basa en el principio que el agua y el aceite no se mezclan. El método usa tinta a base de aceite. La imagen en la placa recibe la tinta y el resto la repele y absorbe el agua. La imagen entintada es transferida a otro rodillo llamado mantilla, el cual a su vez lo transfiere al papel. Por eso se le considera un método indirecto.

Es una técnica que combina procedimientos propios de la litografía y de la fotografía, con un sistema de impresión mediante máquinas rotativas. Esta técnica permitió ampliar el número de ejemplares impresos, ya que, en realidad, el *offset* no es sino una aplicación industrial de la litografía. Las placas para *offset* por lo general son de metal (aluminio), pero también las hay de plástico. Hay varias calidades de placa que determinan el precio y el uso que se le da (de acuerdo con su resistencia y facilidad de reutilización).

El *offset* es el sistema más utilizado por los impresores por la combinación de buena calidad y economía, así como en la versatilidad de papeles.

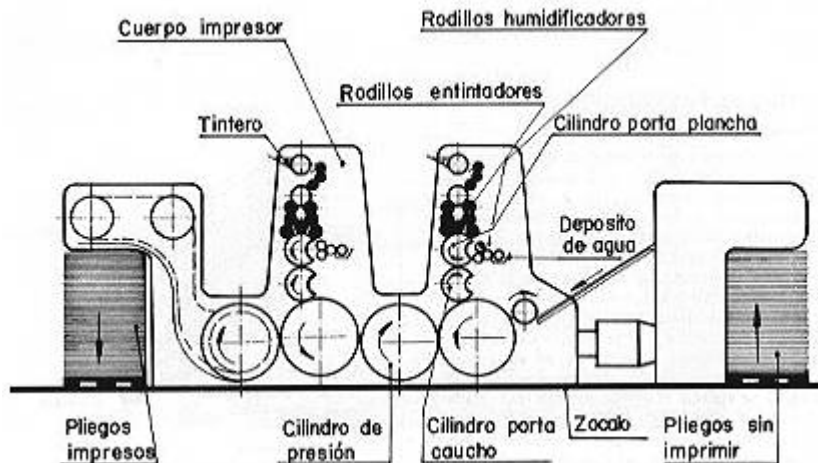
- a) Obtención del fotolito o negativo. Aunque los fotolitos pueden obtenerse de cualquier tipo de original, incluso los producidos por tipografía, en la actualidad se obtienen a través de la unidad fotografiadora o fotográfica, bien sea como último paso de la fotocomposición, bien como resultado de la autoedición. En el primer caso forma parte de un proceso ininterrumpido desarrollado en un centro de trabajo; en el segundo, uno es el autoeditor, que codifica, y otro el descodificador, la unidad fotográfica.
- b) Montaje de *offset*. Una vez obtenidos los fotolitos se envían al cliente para su revisión, tras lo cual se envían al taller de *offset*. En él se procede al montaje, que consiste en la colocación de los fotolitos sobre una película estable, indeformable e incombustible denominada astralón. La película se sitúa sobre la hoja del trazado, hoja de papel en la que se ha dibujado la guía de montaje, es decir, la distribución espacial según la cual, cuando se doblen los pliegos en las partes establecidas, cada página ocupe su lugar, con las separaciones oportunas para los márgenes de cabeza, pie y laterales. La operación se efectúa en una mesa de montar traslúcida llamada mesa luminosa o electrodifusor. Terminado el montaje, se saca una prueba de los pliegos que se envían al cliente.
- c) Preparación de la plancha. La insolación de los pliegos de fotolitos se realiza en planchas que pueden ser monometálicas (zinc, aluminio), bimetálicas (zinc, plata o cobre), trimetálicas (sobre un metal que sirve de soporte, se forman electrolíticamente las zonas de impresión, cobre y los blancos, cromo, que se insolan bajo positivo); tetra o cuatrimetálicas, que utilizan un soporte de acero o aluminio, cubiertas por una fina película de cobre monovalente, después otra de cobre divalente y una tercera de cromo.



La preparación de la plancha comprendía el graneado (para dotarla de cierta asperidad), limpieza y lavado, sensibilización (para que la imagen se adhiera a la plantilla de caucho). En la actualidad, las planchas suelen venir ya sensibilizadas, preparadas para que se coloque sobre ellas el astralón en el que se ha efectuado el montaje de los fotolitos. Una vez hecho esto, se introducen ambos en un chasis neumático al vacío. El positivo y la plancha quedan en estrecho contacto, y el conjunto se insola mediante la acción de lámparas de mercurio; así, la imagen se transfiere a la plancha. Seguidamente se procede al revelado de la plancha, de manera que las partes que han de imprimir la imagen se convierten en hidrófobas (aceptan la tinta grasa y repelen el agua), y las correspondientes a los blancos, en hidrófilas (aceptan el agua y rechazan la tinta grasa).

La impresión *offset* es indirecta; es decir, la plancha no imprime directamente en el soporte de impresión (generalmente papel), sino indirectamente, con la mantilla de caucho como intermediaria, ya que es ésta la que recibe la imagen y la transfiere al papel. Este fenómeno es posible en el *offset* gracias a la concurrencia de dos elementos que se repelen: la tinta grasa y el agua. En el proceso intervienen tres cilindros de igual diámetro: el cilindro portaplancha, que lleva la plancha insolada con la imagen imprimible; el cilindro portamantilla, al que se fija la mantilla de caucho que ha de transferir la imagen, y el cilindro de presión, que porta el papel que ha de recibir la impresión. Las máquinas o prensas de *offset* son rotativas, pero unas imprimen pliegos sueltos (las más utilizadas) y otras papel en bobina (papel continuo). (Goss Products, 1990)

**Figura 2. Partes de una impresora offset**



Fuente: [www.mtas.es/insht/ntp/ntp](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp)

## **1.2.5. Tintas y aceites lubricantes utilizados en la impresión *offset***

### **1.2.5.1. Tintas**

Las tintas que se usan para imprimir están formadas por un agente colorante, que puede ser un pigmento vegetal, mineral o sintético, en un medio o vehículo, que puede ser agua, aceite o barniz, y aditivos, que le dan la consistencia y características físicas adecuadas. Las tintas se dividen, en primer lugar, de acuerdo con el proceso en el cual se usan, y, dentro de cada categoría, se dividen de acuerdo con su color y calidad.

Las tintas también se clasifican de acuerdo con su secado, porque ésta es una de sus propiedades más importantes. Hay tintas que se secan por oxidación, por evaporación o por absorción. Las tintas más modernas se secan al entrar en contacto con el papel.

Hay tintas llamadas monoméricas que se secan cuando son expuestas a ciertas radiaciones como luz ultravioleta o rayos gamma. Este tipo se usa en impresiones de alta velocidad.

Existen tintas que se secan con el calor (heatset), y otras que, por el contrario, se calientan para imprimir y secan al enfriarse.

Es importante que el tiempo de secado sea el suficiente para que las tintas no se corran o pinten las demás copias al ser apiladas (a esto se le llama repinte).

La consistencia de la tinta también es de gran importancia. Tiene que tener el grado exacto de espesor y pegajosidad (tack) para que se adhiera bien al papel sin emplastarse. Para especificar los colores que va a llevar el impreso, tiene que observarse el número de tintas que van a requerirse.

Con los cuatro colores básicos (CMYK) se pueden obtener casi todos los tonos que se requieran, pero a veces puede ser difícil obtener un tono muy exacto, como puede ser el de un logotipo. En tal caso, se debe evaluar si conviene imprimir una tinta directa. Las tintas directas están mezcladas exactamente, no formadas por la sobre imposición de puntos, por lo que dan el tono exacto deseado. Para especificar qué tono se desea, se necesita basarse en una guía predeterminada, como es la guía Pantone. También se usan tintas directas cuando se desea lograr un efecto especial, tal como tinta metálica o fosforescente. El barniz también se puede considerar una tinta extra cuando se aplica sólo en un área específica. El número de tintas es proporcional al costo del impreso. (Goss Products, 1990)

### 1.2.5.2. Aceites lubricantes

Los lubricantes en general realizan varias funciones:

- Mantener las partes móviles de las máquinas libres de herrumbre y corrosión
- Actuar como refrigerantes y sellantes
- Proporcionar una película aceitosa que reduce el contacto metal-metal, minimizando la fricción y el desgaste

El lubricante apropiado se selecciona de acuerdo con los requerimientos de operación de la maquinaria, lo cual normalmente es recomendado por el fabricante en función de sus características de diseño. El consumo variará según sus propiedades y el ambiente donde va a utilizarse.

La formulación de un lubricante se inicia con un aceite base, generalmente de tipo mineral, el cual se fortifica con diversos aditivos químicos, como mezclas de hidrocarburos sólidos residuales, que se utilizan como recubrimiento protector y como agente aglutinante. Entre estos se menciona parafina asfáltica y parafina nafténica.

Otros aditivos fortalecen y modifican ciertas características de los aceites básicos para permitir que alcancen ciertos requerimientos que van más allá de sus propiedades originales: los más comunes son detergentes que ayudan a mantener limpias las partes móviles de la maquinaria mediante productos de oxidación que reaccionan químicamente para detener la formación de incrustaciones de compuestos insolubles; inhibidores de oxidación, que ayudan a impedir variaciones de viscosidad, así como el desarrollo de ácidos orgánicos y la formación de materia carbonácea.

Además, se utilizan dispersantes que ayudan a impedir la formación de sedimentos, diseminando los contaminantes y manteniéndolos en suspensión; agentes alcalinos, que neutralizan los ácidos; agente antidesgaste, que reduce la fricción, formando una película entre las superficies metálicas; dispersantes de punto de fluidez, que mantienen el aceite fluente a bajas temperaturas, impidiendo la progresión y aglomeración de cristales de cera; finalmente, los reguladores de viscosidad, que ayudan a impedir el desleimiento del aceite a altas temperaturas.

#### **1.2.6. Tipos y configuración de máquinas para impresión *offset***

La impresión *offset* puede llevarse a cabo por medio de un proceso tipo lote (normalmente en máquinas planas), o un proceso continuo (en el caso de las máquinas rotativas de alta velocidad). En el primero de los casos normalmente se utilizan pliegos cortados al tamaño adecuado para obtener la impresión más eficiente posible, con un buen registro, buena distribución de color y el mejor costo. En el segundo caso, se utilizan bobinas de papel que proporcionan una producción continua, normalmente de cuadernillos de un determinado número de páginas y como en el caso anterior, con el tamaño adecuado para obtener el mejor registro, color y costo.

En el proceso de la impresión *offset* la imagen se transfiere, en positivo, de la placa a las mantillas de caucho, que a su vez la transmite al papel, en cuyo caso es necesaria una solución de fuente que tiene como finalidades puramente fisicoquímicas evitar la oxidación de la placa durante el proceso de impresión, emulsificar la tinta con el agua y mantener limpias las áreas de no-imagen, produciendo el efecto planográfico de este tipo de impresión.

Las mantillas de caucho deben ser objeto de una limpieza periódica entre tiraje y tiraje para eliminar restos de tinta e imágenes anteriores, lo cual mejora

la eficiencia de las materias primas, además de mejorar la calidad. Debido a sus altos costos, las placas y mantillas deben ser tratadas con mucha atención, ya que de ellas depende la obtención de una buena calidad.

Todos los tipos de maquinaria para impresión *offset* utilizan sistemas de rodillos para transferir tinta, solución de fuente y papel, todos accionados por sistemas de engranajes, encargados de transmitir la potencia procedente de motores eléctricos de alto caballaje. Se utilizan ejes de transmisión y cojinetes de todos los tipos conocidos, ya que dichas máquinas contienen partes móviles claves que permiten compensar registro, regular el balance tinta-agua, así como la perfecta tensión del papel para obtener un perfecto registro, con un buen contraste de colores (como se dice en el lenguaje de impresión litográfica, la clave de una buena impresión es un perfecto control del agua y la tensión del papel).

En función del interés primordial de este trabajo (limpieza y mantenimiento continuo de maquinaria), se procederá a una breve descripción de todas las partes integrantes de las mismas susceptibles de tratamiento fisicoquímico, tendiente a una larga vida útil, un equipo siempre listo para funcionar adecuadamente, proporcionando una excelente calidad.

#### **1.2.6.1. Rodillos**

En la impresión litográfica se utilizan rodillos para transportar la tinta, desde la fuente abastecedora, hasta las mantillas que están en contacto con el área de impresión del papel. El tipo de material utilizado para recubrir los mismos dependerá del proceso de impresión y el tipo de tinta que se utilice.

Los componentes del rodillo deben estar formulados de tal manera que no se expanda ni se vuelva pegajoso al entrar en contacto con los componentes de la tinta. El material más común es el caucho, sin embargo para otros tipos de impresión existen muchos elastómeros orgánicos y cauchos sintéticos que pueden ser utilizados.

En el sistema *offset* los rodillos pueden ser fabricados de caucho, acero o bronce. Normalmente el recubrimiento de los mismos está compuesto por una mezcla de caucho obtenido por copolimerización de estireno y butileno, así como cloruro de polivinilo o cloroetileno. En las prensas para impresión *offset* los rodillos de acero aceptan la tinta sólo si es aplicada antes de que cualquier material desensibilizante, como la goma arábica, haya entrado en contacto con ellos. Los rodillos recubiertos de caucho, con incrustaciones de nylon, de alta resistencia, materiales receptivos a la tinta ofrecen la ventaja de ser menos susceptibles a la formación de incrustaciones, lo que también se evita en los rodillos de acero, recubriéndolos de bronce.

El método más efectivo para prevenir cualquier tipo de incrustaciones es utilizar un limpiador especial para todo tipo de rodillos y mantillas, el cual elimina las delgadas películas de tinta residual que quedan después de cada impresión. Si esto no es tratado con periodicidad, la superficie de las mencionadas partes móviles se volverá rígida y lisa, perdiendo paulatinamente su poder para aceptar la tinta.

#### **1.2.6.2. Mantillas**

Al igual que los rodillos de caucho, deben fabricarse con materiales resistentes a la expansión al entrar en contacto con la tinta.

Una mantilla, para uso litográfico, normalmente consta de hasta cuatro capas de un tejido textil, recubiertas con caucho sintético. El tejido es entrelazado de acuerdo con estrictas especificaciones, a partir de algodón o hilo sintético. Luego es revestido con sesenta u ochenta recubrimientos muy delgados de caucho conteniendo un solvente. Cada revestimiento es secado por medio de evaporación del solvente utilizando calor.

La mayoría de mantillas de caucho utilizan el elastómero sintético Buna-N, el cual, es combinado con pigmentos, suavizantes, plastificantes, aceleradores y agentes vulcanizantes. Una vez aplicados todos los revestimientos, la mantilla es calentada para convertir toda su masa en caucho resistente y elástico, en un proceso de polimerización conocido como vulcanización.

Las mantillas litográficas pueden clasificarse como convencionales y compresibles. Cuando las mismas, recubiertas de caucho, giran alrededor de un cilindro metálico tienden a pandearse. La idea de utilizar mantillas compresibles es reducir al máximo este efecto producido por la presión de los rodillos. Esta reducción se logra introduciendo una capa compresible debajo de la superficie de caucho. La misma puede estar fabricada de un material esponjoso que contenga microceldas llenas de aire. Además de ser compresibles, deben ser elásticas, lo cual les da la capacidad de regresar a su estado original luego de cesar los efectos de la compresión.

Las mantillas compresibles, actualmente las más usadas en la industria, tienen una vida más larga, ya que la presión sobre las mismas se aplica en una forma vertical. Son menos susceptibles a agrietamientos y rayones por mal manejo.



### **1.2.6.3. Engranajes, cojinetes y ejes de transmisión**

Como se ha dicho, la potencia para el movimiento de todas las unidades que forman una máquina plana o rotativa para impresión *offset* es generada por motores eléctricos cuyo caballaje está de acuerdo con el número de unidades de impresión que deberán mover (cada unidad proporciona uno de los colores básicos: cian, magenta, amarillo y negro, que permiten, de acuerdo con el diseño, obtener cualquier tipo de tonalidad). Por medio de ejes de transmisión y engranajes, la potencia es transmitida a todas las partes móviles que conforman cada unidad de impresión, encontrándose aquí todos los tipos posibles de engranajes y cojinetes que existen.

Los engranajes más comúnmente utilizados son los cilíndricos, con perfiles especiales de dientes para resistir la fricción generada por las altas velocidades de operación. Tanto los engranajes como los ejes de transmisión deben tener una alineación perfecta para poder transmitir el movimiento con extrema precisión.

Se utilizan engranajes del tipo involuto, de acción de rodamiento cicloidal, helicoidales y de diente angular.

Los cojinetes, clasificados de acuerdo con el tipo de deslizamiento, pueden ser de alta y baja velocidad. En el caso de las máquinas en mención, son más utilizados los primeros, lubricados por medio de grasas y aceites especiales por medio de flujos a presión. La capacidad de sustentación de carga de este tipo de cojinete se debe al desarrollo de presión generada, ya que la superficie en movimiento absorbe aceite. Un adecuado mantenimiento, así como una buena calidad de cojinetes, engranajes y ejes, aseguran una larga vida útil de los mismos, así como un funcionamiento siempre correcto.



## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Materiales e insumos

- a) Grasas sólidas y aceites lubricantes
- b) Tintas
- c) Mezclas complejas de grasas, pelusa de papel y polvo
- d) Compuestos químicos de grado industrial los cuales son los siguientes:
  - Agentes limpiadores: xileno, espíritu mineral, hexano
  - Agentes tensoactivos: lauril sulfato de sodio, nonilfenol
  - Agentes volatilizantes: cloruro de metileno, isopropanol
  - Agentes lubricantes: acetato de butilo, acetato de n-propilo

### 2.2. Equipo

- Maquinas planas y rotativas
- 4 beackers de 1000 mL
- 2 probetas de 100 mL
- 4 recipientes tipo taza para toma de muestras
- 1 balanza de triple brazo: marca *OHAUS*, sensibilidad de 0.1 gramos y máximo peso de 2.7 Kg
- 1 espátula
- 1 varilla de agitación

### **2.3. Agente limpiador**

Compuestos encargados de la disolución de las grasas (tintas y lubricantes sólidos y líquidos) y mezclas complejas de las mismas con pelusa de papel y polvo del ambiente, causantes de formación de costras e incrustaciones en las partes móviles y fijas de la maquinaria. Su función es disolver perfectamente todos los aceites orgánicos e inorgánicos en general que han quedado depositados en todas las partes de la maquinaria.

### **2.4. Agente tensoactivo**

Es un agente utilizado para estabilizar una emulsión compuesta por dos líquidos inmiscibles, en la cual las gotas de un líquido están dispersas en el seno del otro. Tienen un aspecto dual, uno polar (alcohol o éster) y uno no polar (arcano o alcano). Su función es emulsificar las grasas, aceites y pigmentos de difícil remoción, con el objeto de lograr su rápida eliminación.

### **2.5. Agente volatilizante**

Son productos utilizados para mejorar la volatilidad de un compuesto, es decir, disminuir su punto de evaporación. Su función es optimizar el tiempo de contacto de los solventes orgánicos con rodillos y mantillas, evitando su excesiva resequeidad.

### **2.6. Agente lubricante**

Son productos utilizados para mejorar el aspecto final de mantillas y rodillos. Su función es de humectar adecuadamente para evitar resecamiento.

## 2.6. Descripción

La literatura propone el uso del agente limpiador de vidrio en concentraciones entre 60% – 90%, reforzado con una solución adicional especial para eliminar la tinta húmeda. Sin embargo, a fin de formular un solvente de uso universal, capaz de remover tanto la tinta húmeda como los residuos cristalizados en la superficie de los rodillos y mantillas, se trabajará con concentraciones de (89% - 92%). Los otros tres agentes se utilizarán en cantidades proporcionales, suficientes para completar la solución.

Se seleccionaron dos formulaciones básicas:

**Formulación 1:** se utilizará lauril sulfato de sodio, isopropanol y acetato de butilo y la variación de los tres agentes limpiadores.

**Formulación 2:** se utilizará nonilfenol, cloruro de metileno y acetato de n-propilo y la variación de los tres agentes limpiadores.

**Tabla IV. Formulaciones propuestas para la solución limpiadora**

| Función                  | Compuesto              | %  | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 |   |
|--------------------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|---|
| Solventes limpiadores    | Xileno                 | 89 |    |    | x  | x  |    |    |    |    |    |     |     |     |   |
|                          |                        | 92 | x  | x  |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |   |
|                          | Espíritu mineral       | 89 |    |    |    |    |    |    | x  | x  |    |     |     |     |   |
|                          |                        | 92 |    |    |    |    | x  | x  |    |    |    |     |     |     |   |
|                          | Hexano                 | 89 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     | x   | x |
|                          |                        | 92 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x   | x   |     |   |
| Limpiadores tensoactivos | Laurilsulfato De Sodio | 3  | x  |    |    |    | x  |    |    |    | x  |     |     |     |   |
|                          |                        | 6  |    |    | x  |    |    |    | x  |    |    |     | x   |     |   |
|                          | Nonilfenol             | 3  |    | x  |    |    |    |    |    |    |    | x   |     |     |   |
|                          |                        | 6  |    |    |    | x  |    |    |    | x  |    |     |     |     | X |
| Agentes volatilizantes   | Isopropanol            | 2  | x  |    | x  |    | x  |    | x  |    | x  |     | x   |     |   |
|                          | Cloruro de Metileno    | 2  |    | x  |    | x  |    | x  |    | x  |    | x   |     | x   |   |
| Agentes lubricantes      | Acetato de Butilo      | 3  | x  |    | x  |    | x  |    | x  |    | x  |     | x   |     |   |
|                          | Acetato de n-Propilo   | 3  |    | x  |    | x  |    | x  |    | x  |    | x   |     | x   |   |

En cada formulación se variará el porcentaje de los agentes limpiadores en 89% y 92% y los agentes tensoactivos en 3% y 6%.

## **2.7. Procedimiento**

1. Se prepararán 12 formulaciones de 1000 mL cada una, mezclando los componentes como lo describe la tabla IV.
2. Luego se procederá a raspar directamente de las partes de la maquinaria para obtener mezclas complejas de grasas con impurezas; se utilizarán con tinta pura, grasa sólida y aceite lubricante en las pruebas de solubilidad de cada formulación.
3. Para llevar a cabo las pruebas de solubilidad se utilizarán cuatro recipientes de 100 mL cada uno de las formulaciones preparadas. En cada recipiente se agrega progresivamente porciones de grasas y aceites lubricantes, tinta y sólidos complejos, en cantidades de 5 g, hasta llegar a la saturación (empieza a aparecer soluto sin disolverse).
4. Este procedimiento se repetirá con todas las formulaciones propuestas, realizándose tres corridas para cada una. Una vez tabulados los resultados de solubilidad se tomarán las 4 mejores soluciones y se realizará una prueba a escala piloto para observar el tiempo de limpieza y de secado en las maquinas.
5. Se analizará cuáles formulaciones tienen la mejor solubilidad, dejándolas reposar por espacio de 10 minutos hasta la formación de un sedimento consistente y midiendo la cantidad de soluto que fueron capaces de absorber. Los resultados son tabulados para su análisis.

6. El procedimiento de limpieza, a nivel piloto, se realizará en la siguiente forma:
- a) Se prepararán 5 gal de cada una de las cuatro soluciones seleccionadas, en los recipientes adecuados para su manejo (canecas plásticas de 5 galones).
  - b) Después del proceso de impresión se procederá a una limpieza general del equipo:
    - Las mantillas se limpiarán en movimiento, a velocidad moderada con paños perfectamente limpios, impregnados con las soluciones a ensayarse.
    - En las baterías de rodillos se aplicará el solvente en forma directa, realizando la descarga de los mismos con un volumen aproximado de 3 litros por batería.
  - c) Se medirá y registrará lo siguiente:
    - Tiempo de limpieza. En minutos, requerido para la eliminación Total de residuos, tanto húmedos como secos de cada una de las partes móviles del equipo.
    - Tiempo de secado. En minutos, requerido para eliminar totalmente cualquier residuo del solvente de todas las partes recubiertas de caucho.

- Calidad de limpieza. Se medirá cualitativamente frotando paños blancos perfectamente limpios en rodillos y mantillas. La opinión de los encargados del equipo se tomará muy en cuenta.
  
- Calidad de impresión. Se tomarán muestras de la impresión, luego de la limpieza, midiendo cuadro de colores y estabilización del tiro, así como la nitidez del trabajo impreso. El porcentaje de desperdicio será también vital como indicador de un perfecto funcionamiento, ya que rodillos y mantillas perfectamente calibrados y limpios mejorarán la eficiencia en el arranque al eliminar imágenes fantasmas.



### 3. RESULTADOS

La parte experimental del presente estudio se llevó a cabo realizando formulaciones que, estadísticamente, abarcaran todas las combinaciones posibles, tomando como referencia de evaluación solamente los agentes limpiadores y tensoactivos. Para esto, se evaluaron tres tipos de agentes limpiadores (xileno, espíritu mineral y hexano), dos compuestos tensoactivos (laurilsulfato de sodio y nonilfenol), dos agentes volatilizantes (isopropanol y cloruro de metilo) y dos químicos lubricantes (acetato de butilo y de n-propilo), todos estos compuestos disponibles localmente, teniendo dos variantes de cada concentración de los primeros dos tipos de componentes (89 y 92 % y 3 y 6 %, respectivamente) y dejando constantes las concentraciones de los segundos (2 y 3 %, respectivamente), se obtuvieron doce combinaciones resultantes.

Para llegar a seleccionar las mezclas más adecuadas se hicieron pruebas con grasa sólida, aceite lubricante, tintas y otros sólidos complejos recolectados de la maquinaria, para probar la efectividad de cada fórmula. Para asegurar la certeza estadística de estas mediciones experimentales, se efectuaron tres corridas, tomando el promedio como el dato a analizar. Las variables que se evaluaron para la selección de la mejor formulación son las siguientes:

- Solubilidad con grasa y aceites lubricantes
- Solubilidad con tintas y sólidos complejos
- Tiempo de limpieza y secado
- Costeo de la formulación
- Calidad de impresión y limpieza

Los resultados de solubilidad se midieron en gramos de soluto por cada 100 mL de solución saturada, mientras los del tiempo de limpieza y secado se midieron en minutos. Las características de una solución saturada fueron:

- Solución de color oscuro
- Totalmente turbia
- Ligeramente viscosa

Las mediciones puramente cualitativas sirvieron únicamente para reforzar las bondades de la utilización de los productos de limpieza, así como para afirmar la selección de las cuatro mejores soluciones con las que se llevaron a cabo las pruebas piloto. El tiempo de limpieza así como el de secado, que también se evaluaron únicamente en dichas pruebas, son también factores determinantes para seleccionar la mejor, así como la calidad de limpieza e impresión. Estos resultados se detallan a continuación en las tablas V a X.

**Tabla V. Pruebas de solubilidad a saturación con grasa sólida**

| GRASA SÓLIDA (g/100 mL) |           |           |           |          |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Formulación             | Corrida 1 | Corrida 2 | Corrida 3 | Promedio |
| F1                      | 20.0      | 21.0      | 21.0      | 20.67    |
| F2                      | 19.0      | 19.0      | 18.0      | 18.67    |
| F3                      | 16.0      | 15.0      | 15.0      | 15.33    |
| F4                      | 16.0      | 16.0      | 15.0      | 15.67    |
| F5                      | 17.0      | 17.0      | 16.0      | 16.67    |
| F6                      | 18.0      | 17.0      | 17.0      | 17.33    |
| F7                      | 13.0      | 12.0      | 11.0      | 12.00    |
| F8                      | 13.0      | 12.0      | 12.0      | 12.33    |
| F9                      | 12.0      | 11.0      | 10.0      | 11.00    |
| F10                     | 12.0      | 11.0      | 12.0      | 11.67    |
| F11                     | 10.0      | 9.0       | 9.0       | 9.33     |
| F12                     | 10.0      | 10.0      | 9.0       | 9.67     |

**Tabla VI. Pruebas de solubilidad a saturación con aceites lubricantes**

| ACEITES LUBRICANTES (g/100 mL) |           |           |           |          |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Formulación                    | Corrida 1 | Corrida 2 | Corrida 3 | Promedio |
| F1                             | 26.0      | 27.0      | 27.0      | 26.33    |
| F2                             | 27.0      | 27.0      | 28.0      | 27.33    |
| F3                             | 22.0      | 22.0      | 23.0      | 22.33    |
| F4                             | 23.0      | 23.0      | 23.0      | 23.00    |
| F5                             | 24.0      | 25.0      | 25.0      | 24.67    |
| F6                             | 26.0      | 24.0      | 26.0      | 25.33    |
| F7                             | 24.0      | 24.0      | 24.0      | 24.00    |
| F8                             | 26.0      | 24.0      | 25.0      | 25.00    |
| F9                             | 18.0      | 19.0      | 19.0      | 19.67    |
| F10                            | 21.0      | 21.0      | 21.0      | 21.00    |
| F11                            | 25.0      | 24.0      | 23.0      | 24.00    |
| F12                            | 24.0      | 23.0      | 23.0      | 23.33    |

**Tabla VII. Pruebas de solubilidad a saturación con tintas usadas**

| MEZCLA DE TINTAS PROCESO (g/100 mL) |           |           |           |          |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Formulación                         | Corrida 1 | Corrida 2 | Corrida 3 | Promedio |
| F1                                  | 21.0      | 20.0      | 20.0      | 20.33    |
| F2                                  | 21.0      | 21.0      | 20.0      | 20.67    |
| F3                                  | 16.0      | 15.0      | 15.0      | 15.33    |
| F4                                  | 14.0      | 14.0      | 13.0      | 13.67    |
| F5                                  | 16.0      | 16.0      | 16.0      | 16.00    |
| F6                                  | 16.0      | 15.0      | 15.0      | 15.33    |
| F7                                  | 12.0      | 12.0      | 11.0      | 11.67    |
| F8                                  | 12.0      | 11.0      | 11.0      | 11.33    |
| F9                                  | 9.0       | 9.0       | 8.0       | 8.67     |
| F10                                 | 10.0      | 10.0      | 10.0      | 10.00    |
| F11                                 | 8.0       | 8.0       | 8.0       | 8.00     |
| F12                                 | 8.0       | 7.0       | 7.0       | 7.33     |

**Tabla VIII. Pruebas de solubilidad a saturación con sólidos complejos (pelusa, polvo)**

| <b>SÓLIDOS COMPLEJOS (g/100 mL)</b> |                  |                  |                  |                 |
|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>Formulación</b>                  | <b>Corrida 1</b> | <b>Corrida 2</b> | <b>Corrida 3</b> | <b>Promedio</b> |
| F1                                  | 24.0             | 24.0             | 24.0             | 24.00           |
| F2                                  | 23.0             | 23.0             | 22.0             | 22.67           |
| F3                                  | 20.0             | 19.0             | 18.0             | 19.00           |
| F4                                  | 19.0             | 19.0             | 19.0             | 19.00           |
| F5                                  | 21.0             | 21.0             | 20.0             | 20.67           |
| F6                                  | 22.0             | 22.0             | 21.0             | 21.67           |
| F7                                  | 14.0             | 14.0             | 13.0             | 13.67           |
| F8                                  | 14.0             | 13.0             | 13.0             | 13.33           |
| F9                                  | 13.0             | 13.0             | 12.0             | 12.67           |
| F10                                 | 13.0             | 12.0             | 12.0             | 12.33           |
| F11                                 | 12.0             | 12.0             | 11.0             | 11.67           |
| F12                                 | 11.0             | 10.0             | 9.0              | 10.00           |

**Tabla IX. Pruebas de tiempo de limpieza**

| <b>TIEMPO DE LIMPIEZA (min)</b> |                  |                  |                  |                 |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>Formulación</b>              | <b>Corrida 1</b> | <b>Corrida 2</b> | <b>Corrida 3</b> | <b>Promedio</b> |
| F1                              | 13.00            | 13.50            | 14.00            | 13.50           |
| F2                              | 14.00            | 14.80            | 14.50            | 14.43           |
| F5                              | 18.00            | 19.00            | 19.00            | 18.67           |
| F6                              | 19.00            | 19.50            | 19.00            | 19.17           |

**Tabla X. Pruebas de tiempo de secado**

| <b>TIEMPO DE SECADO (min)</b> |                  |                  |                  |                 |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>Formulación</b>            | <b>Corrida 1</b> | <b>Corrida 2</b> | <b>Corrida 3</b> | <b>Promedio</b> |
| F1                            | 3.50             | 3.80             | 3.60             | 3.63            |
| F2                            | 4.00             | 4.30             | 4.00             | 4.10            |
| F5                            | 4.50             | 4.80             | 4.70             | 4.67            |
| F6                            | 4.80             | 5.00             | 5.30             | 5.03            |

## OBSERVACIONES:

Las corridas realizadas para la evaluación de los datos de tiempo de limpieza y secado, contenidos en las últimas dos tablas, se realizaron en diferentes unidades, tomando en cuenta que cada tinta tiene una diferente composición química:

- Corrida 1: realizada en unidad del color magenta
- Corrida 2: realizada en unidad del color cyan
- Corrida 3: realizada en unidad del color amarillo

**Tabla XI. Análisis de varianza para la clasificación unilateral para un nivel de confianza de 95%.**

| Fuente variación  | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio     | S <sub>calculada</sub> |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Tipo de limpiador | 147.6883          | 4 - 1              | $S_1^2 = 73.84414$ | 11.4073                |
| Error             | 58.2604           | 3(4- 1)            | $S^2 = 6.4734$     |                        |
| Total             | 205.9487          |                    |                    |                        |









## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se mencionó anteriormente, se seleccionaron las 4 formulaciones que tuvieron los mejores niveles de disolución de grasas, aceites, tinta y sólidos complejos, siendo éstas las soluciones 1, 2, 5, y 6. Con las mismas se prosiguió a la realización de una prueba piloto y así se evaluaron los tiempos de limpieza y secado para cada una.

En función de los mismos tiempos, se concluyó que la fórmula 1 es la que mejores resultados obtuvo, además de no dañar las partes del equipo de impresión como lo son los rodillos, mantillas, etc.; esta formulación es la compuesta por xileno como agente limpiador, lauril sulfato de sodio como agente tensoactivo, isopropanol como agente volatilizante, y acetato de butilo como agente lubricante, en composiciones de 92%, 3%, 2% y 3%, respectivamente.

El objetivo de formular un producto con materias primas adquiridas en el mercado local de químicos se logró, ya que los resultados observados de las solubilidades de grasas, aceites, tintas y sólidos complejos, encontrados después de una impresión, son satisfactorios. Además, el tiempo requerido para llevar a cabo la limpieza es un factor primordial para concluir que una formulación de este tipo es esencial en la impresión, ya que al optimizarse, agiliza el tiempo de producción en sí.

El tiempo de secado, como se anotó anteriormente, es importante, ya que los solventes propiamente dichos no deben estar en contacto directo mucho tiempo con rodillos y mantillas para no producir resequedad y agrietamiento. La calidad de limpieza, que influye en la calidad de impresión y en la optimización

del tiempo de cuadro de los colores, a pesar de ser un argumento puramente cualitativo, es importante.

Una cualidad preponderante de este producto es que cumple todas las exigencias de la seguridad e higiene, tanto de las personas como de las maquinas, ya que su uso no resulta tóxico ni acarrea consecuencias dañinas al equipo.

El proceso de limpieza, tanto entre tiro y tiro, tendiente a mejorar la calidad de impresión, como la eficiencia al minimizar el desperdicio, así como en forma periódica, como parte del mantenimiento preventivo de la maquinaria, tiende a optimizar la vida útil de la misma, manteniendo todas las piezas claves y partes móviles totalmente libres de todo tipo de impurezas. Previo a la lubricación, llevada a cabo de acuerdo con las especificaciones del fabricante, es imperativa una total limpieza.

La maquinaria debe estar siempre lista para operar sin contratiempos, tomando en cuenta que sus altos costos deben ser aprovechados en la forma más eficiente posible. Un equipo perfectamente mantenido producirá trabajos de alta calidad, como lo demanda el mercado, cada vez más exigente. Todas las piezas que conforman una máquina para impresión *offset* deben ser originales, por lo que su costo no será bajo y su tiempo de vida debe maximizarse.

De acuerdo con experiencias personales de los encargados de los equipos, tanto en lo que se refiere al manejo directo como a su mantenimiento una mala formulación del producto limpiador provoca solidificación de los residuos de tinta, mezclas complejas de polvo, pelusa de papel y otros residuos con grasa y aceite, lo que dificulta la lubricación de cojinetes, engranajes, protectores de

ejes y otras partes móviles, provocando recalentamiento durante el proceso, así como fallones en momentos inoportunos de alta producción.

Los reclamos de clientes insatisfechos por malas impresiones generan también altos costos a la industria litográfica, siendo un motivo adicional para mantener una rutina basada en una estricta disciplina de limpieza, lubricación y calibración de la maquinaria.

Finalmente, otro de los aspectos importantes en la elaboración de este producto es que su adquisición sea económicamente factible para casi todas las empresas, grandes y pequeñas, ya que su costo, en comparación con los productos elaborados en el extranjero, sea más bajo, su calidad sea buena y cumpla con los propósitos que de él se esperan.

Un producto importado tiene un costo que oscila entre Q 22.50 en envase de un litro, por lo que sólo puede ser adquirido por empresas relativamente grandes, no por medianas y pequeñas, que requieren de productos más económicos, y tienen que recurrir a productos como el *thinner*, gasolina, gas, etc., que dañan accesorios importantes del equipo.

En el anexo se observan los precios de los productos elaborados con productos conseguidos localmente, que poseen un costo relativamente bajo y su función, tanto de limpieza como en el mantenimiento de los accesorios de impresión, son aceptables.

En el análisis estadístico de varianza se observó, según los resultados, que la diferencia entre los limpiadores es significativa, ya que la varianza calculada no entra en el rango de aceptación de la hipótesis planteada, ya que

fue de 11.75 y el rango de aceptación empieza con una varianza de 10.52 con una confianza de 95%.

En los anexos se incluyeron los resultados del análisis económico, en el cual se observa que los valores son realmente menores respecto de los precios de los productos utilizados en la actualidad y que los rendimientos son aceptables. El costo estimado de producción de las formulaciones 1, 2, 5 y 6 son de Q 8.82, Q8.85, Q6.80 y Q6.84 por litro respectivamente.

## CONCLUSIONES

1. Es posible fabricar, con materias primas adquiridas en el mercado local, una solución de composición sencilla, de fácil aplicación y de bajo costo, para la limpieza eficiente de la maquinaria para impresión *offset*.
2. La formulación 1, compuesta por xileno como agente limpiador, lauril sulfato de sodio como agente tensoactivo, isopropanol como agente volatilizante y acetato de butilo como agente lubricante, proporcionó los mejores resultados.
3. Las formulaciones realizadas fueron lo suficientemente buenas en la limpieza de las maquinas, así como el no dañar las partes de la misma, siendo factores importantes para concluir que la investigación fue un éxito.
4. La formulación seleccionada tiene un costo por litro de Q. 8.82, comparada con un producto importado, cuyo costo para la misma unidad de medida es de Q. 22.50.



## RECOMENDACIONES

1. Toda empresa litográfica debe contar con un manual, tanto de buenas prácticas de manufactura como de seguridad e higiene industrial, para ser aplicado al proceso de impresión. Programas de mantenimiento preventivo y correctivo deben ser ejecutados con la debida disciplina para que los equipos proporcionen siempre un servicio eficiente para el cual fueron adquiridos.
2. El uso único de un producto limpiador es necesario para que el tiempo de producción sea más alto gracias a su acción múltiple en factores de limpieza y lubricación.
3. Realizar o elaborar más productos con materias primas existentes localmente que garanticen resultados consistentes, logrando siempre el rendimiento esperado.
4. Hacer modificaciones a la formulación para lograr resultados más eficientes dando paso a la mejoría para llegar a tener una formulación que sea lo suficientemente perfecta y consistente.





## REFERENCIAS

- 1  
[www.labherm.filol.csic.es/sapanu1998/ES/Autoedicion/MAC3/definicion.html](http://www.labherm.filol.csic.es/sapanu1998/ES/Autoedicion/MAC3/definicion.html) (20/08/04)
- 2  
Graphic Systems División. Goss Products. **Goss-Manual de Unidad y prensa.** (Chicago Illinois: Rockwell Int., 1990) p. 36.
- 3  
[www.boettcher.de/español/productos](http://www.boettcher.de/español/productos)(20/08/04)
- 4  
Noller, C. R. **Química Orgánica.** (3ª Edición; México: Editorial Interamericana, S.A., 1968) pp. 126-127.
- 5  
[www.mtas.es/insht/ntp/ntp](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp) (20/08/04)
- 6  
Walpole, Ronald. **Probabilidad y estadística.** (4ª Edición; México: McGraw-Hill, 1997) pp. 485-493.
- 7  
[www.fotonostra.com/grafico/larotativa.htm](http://www.fotonostra.com/grafico/larotativa.htm) (20/08/04)



## BIBLIOGRAFÍA

1. British Printing Industries Federation. **Guarding of sheet-fed rotary printing machines.** agosto 1978.150 pp.
- 2 I.N.R.S. **Prevention des accidents du travail et des maladies professionnelles dans les Industries du livre.** enero 1975. 90pp
- 3 Lanzerotti, B. L. Y Balas, D. J. **Gracol Artes Gráficas.** Versión 2.0. Estados Unidos: Printex 1999. 160 pp.
4. Perry, Robert H. **Manual del Ingeniero Químico.** Tomo 1. 6<sup>a</sup>. ed. México: McGraw-Hill. 1992. 26 pp.



## APÉNDICES

### ANÁLISIS ECONÓMICO

#### Formulación 1:

Compuesta de la siguiente manera:

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Xileno : 92% (volumen)                 | Precio : Q 8.73 por litro  |
| Isopropanol : 2% (volumen)             | Precio : Q 10.05 por litro |
| Acetato de Butilo : 3% (volumen)       | Precio : Q 11.90 por litro |
| Lauril Sulfato de Sodio : 3% (volumen) | Precio : Q 7.67 por litro  |

Para la formulación se utilizó como volumen a comparar el de un litro con lo cual se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Formulación 1} = (0.92 \cdot 8.73) + (0.02 \cdot 10.05) + (0.03 \cdot 11.90) + (0.03 \cdot 7.67)$$

$$\text{Formulación 1} = \underline{\mathbf{Q 8.82 \text{ por litro.}}}$$

#### Formulación 2:

Compuesta de la siguiente manera:

|                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Xileno : 92% (volumen)              | Precio : Q 8.73 por litro  |
| Cloruro de metileno : 2% (volumen)  | Precio : Q 8.46 por litro  |
| Acetato de n-propilo : 3% (volumen) | Precio : Q 17.20 por litro |
| nonilfenol: 3% (volumen)            | Precio : Q 4.76 por litro  |

Para la formulación se utilizó como volumen a comparar el de un litro con lo cual se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Formulación 2} = (0.92 \cdot 8.73) + (0.02 \cdot 8.46) + (0.03 \cdot 17.20) + (0.03 \cdot 4.76)$$

$$\text{Formulación 2} = \underline{\mathbf{Q 8.85 \text{ por litro.}}}$$

### Formulación 5:

Compuesta de la siguiente manera:

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Espiritu Mineral : 92% (volumen)       | Precio : Q 7.40 por litro  |
| Isopropanol : 2% (volumen)             | Precio : Q 10.05 por litro |
| Acetato de Butilo : 3% (volumen)       | Precio : Q 11.90 por litro |
| Lauril Sulfato de Sodio : 3% (volumen) | Precio : Q 7.67 por litro  |

Para la formulación se utilizó como volumen a comparar el de un litro con lo cual se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Formulación 5} = (0.92 \cdot 7.40) + (0.02 \cdot 10.05) + (0.03 \cdot 11.90) + (0.03 \cdot 7.67)$$

$$\text{Formulación 5} = \underline{\underline{\text{Q 6.80 por litro.}}}$$

### Formulación 6:

Compuesta de la siguiente manera:

|                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Espiritu Mineral : 92% (volumen)    | Precio : Q 7.41 por litro  |
| Cloruro de metileno : 2% (volumen)  | Precio : Q 8.46 por litro  |
| Acetato de n-propilo : 3% (volumen) | Precio : Q 17.20 por litro |
| nonilfenol: 3% (volumen)            | Precio : Q 4.76 por litro  |

Para la formulación se utilizó como volumen a comparar el de un litro con lo cual se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Formulación 6} = (0.92 \cdot 7.41) + (0.02 \cdot 8.46) + (0.03 \cdot 17.20) + (0.03 \cdot 4.76)$$

$$\text{Formulación 6} = \underline{\underline{\text{Q 6.84 por litro.}}}$$

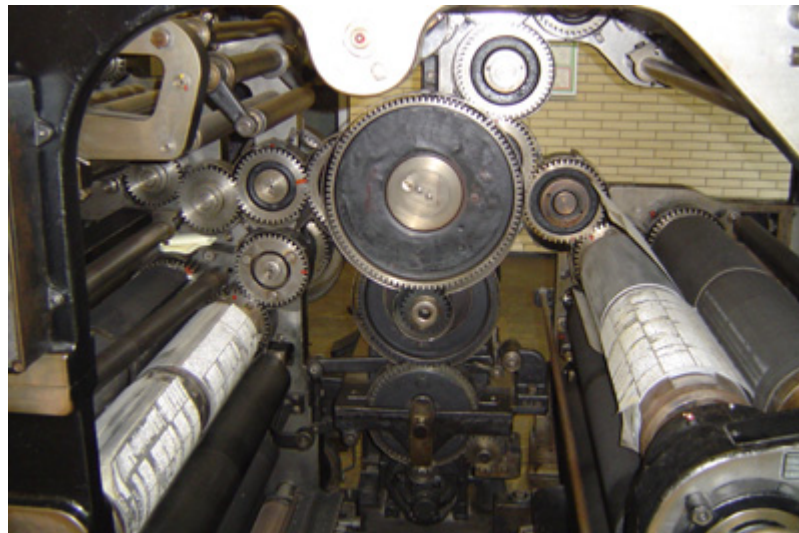
## ANEXOS

**Figura 9. Máquina plana para impresión *offset***



Fuente: [www.mtas.es/insht/ntp/ntp.html](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp.html)

**Figura 10. Engranajes de una rotativa**



Fuente: [www.fotonostra.com/grafico/larotativa.htm](http://www.fotonostra.com/grafico/larotativa.htm)

## **SEGURIDAD EN EL MANEJO DE LAS MAQUINAS *OFFSET***

### **Objetivo**

Dar a conocer los principales riesgos de la máquina y de su proceso de trabajo, así como las medidas de protección más adecuadas, tendientes a evitarlos.

No se consideran en esta ficha los riesgos generales de la máquina, comunes a otras máquinas y/o procesos (ej: Contactos eléctricos, incendio, caídas, atrapamiento entre transmisiones, etc.).

### **Accidentes comunes en la maquina *offset***

#### **- Atrapamientos en grupos de cilindros**

Este accidente ocurre tanto durante la marcha normal (tiraje) de la máquina como en operaciones de entretenimiento y limpieza. Las distintas situaciones de riesgo se pueden agrupar en:

- a) Durante la colocación del caucho en el cilindro portacaucho. Generalmente esta operación la efectúan dos operarios, uno alisa y sujeta el caucho sobre el cilindro y el otro acciona la máquina a impulsos (generalmente esta operación se realiza con la máquina a marcha lenta y la duración del impulso es voluntad del operario). Por desfase o debido a un impulso demasiado largo se pueden atrapar las manos del operario que alisa el caucho.

Una situación análoga se puede producir al cambiar la plancha del cilindro portaplanchas. El accidente también ocurre en las operaciones de limpieza de cilindros al final de la tirada.



- b) Cuando el operario durante el tiraje observa un defecto en la impresión causado por una mota de polvo o de papel incrustados en alguno de los cilindros. Al intentar retirar manualmente o con la ayuda de un trapo la impureza con la máquina en marcha se produce el atrapamiento.
- c) Por puesta en marcha de la máquina, inadvertida por el operario accidentado, mientras efectúa alguna manipulación en ella. Este es un riesgo, típico de las máquinas multicolores, e implica no solo la posibilidad de atrapamiento en el grupo de cilindros, sino en cualquier otra parte de la máquina (batería de rodillos entintadores, elementos de transporte de papel impreso, transmisiones, etc).

Es preciso destacar que el atrapamiento en el grupo de cilindros se convierte corrientemente en amputación de los dedos y/o manos cuando el atrapamiento se produce entre las zonas vacías de los cilindros donde se fijan planchas y caucho.

### **Golpes y/o atrapamientos por los sistemas de extracción y recogida del papel impreso**

Este accidente se produce en la operación de toma de muestras para la comprobación del correcto acabado en la impresión. Se produce al tomar muestras de comprobación del acabado en la impresión y al corregir pliegos mal apilados (o transportados).

## Sistemas de prevención

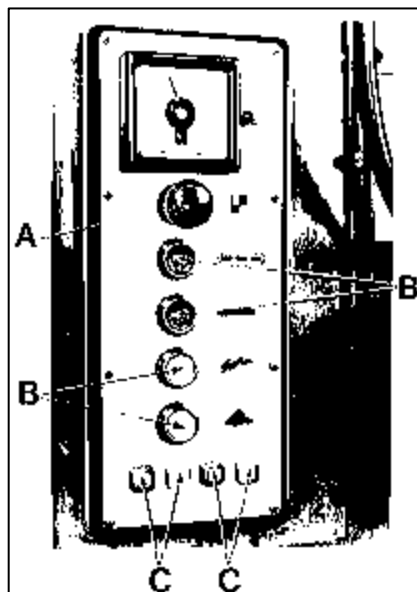
### Contra el atrapamiento en grupos de cilindros

- a) La máquina *offset* debería disponer de una maniobra a impulsos para operaciones de limpieza de cilindros, cambio de plancha o caucho, etc., de tal manera que cada impulso de funcionamiento tenga una duración prefijada y sea necesario soltar el pulsador y volver a apretar para obtener otro impulso. La selección de maniobra de marcha a impulsos de la máquina debería implicar que quedasen fuera de servicio el resto de pulsadores de marcha.

La botonera de marcha a impulsos para máquinas de varios cuerpos debería ir instalada en cada uno de ellos.

En la figura siguiente se aprecia el botón de marcha a impulsos de un cuadro de mandos de una máquina *offset*.

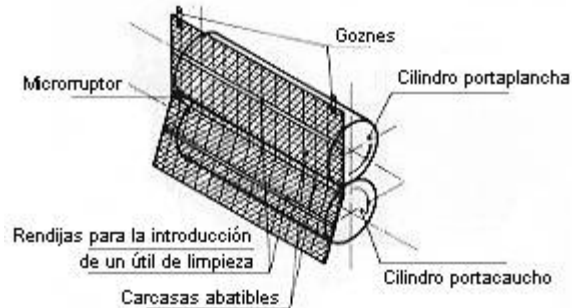
**Figura 11. Cuadro de mandos de una máquina *offset* (Fuente INRS):**  
A.- Botón de paro, tipo cabeza de seta. B.- Botones de mando señalizados con ideogramas. C.- Señalización óptica



- b) El acceso a las zonas de atrapamiento del grupo de cilindros se puede impedir del siguiente modo:

Mediante la instalación de carcassas abatibles transparentes o de enrejado metálico, figura 5, de modo que impidan el acceso a los cilindros durante la marcha normal.

**Figura 12. Pantalla de protección del acceso al grupo de cilindros**



Estas carcassas van provistas de dispositivos de corte que provocan la detención de la máquina en caso de apertura de la protección, si bien permitirán la marcha a impulsos a fin de facilitar las operaciones de limpieza y cambios de caucho y plancha. Estas carcassas pueden llevar una o varias ranuras estudiadas de forma que permitan la introducción de útiles de limpieza de motas sin que sea necesario parar la máquina en la mayoría de los casos (ver figura 6).

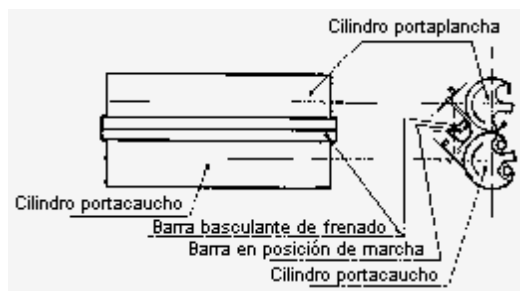
**Figura 13. Barra de limpieza: A. Mango. B. Tope de introducción del útil. C. Extremo del caucho para quitar las motas de polvo o papel**



Estas carcasas son especialmente recomendables como protección del acceso al grupo de cilindros durante la marcha normal (tiraje) de la máquina.

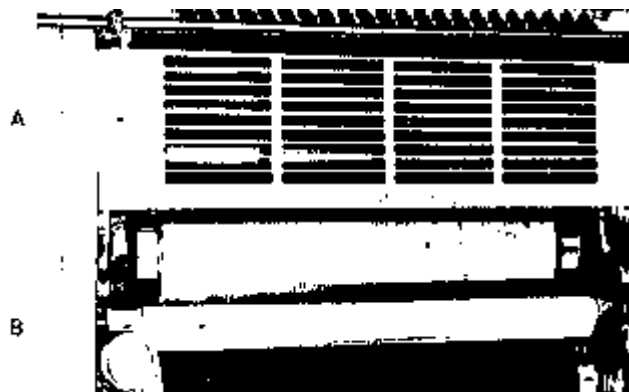
Mediante la instalación de una barra sensible pivotante en forma de ángulo, situada en el plano tangente a los dos cilindros.

**Figura 14. Protección del acceso a cilindros por barra sensible basculante**



**Figura 15. Protección contra el riesgo de amputación (Fuente INRS): A.**

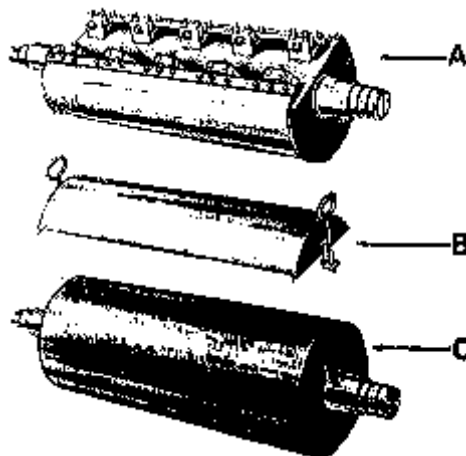
**Pantalla de protección de los cilindros entintadores. B. Barra sensible pivotante**



La barra debe durante su rotación, dejar un espacio suficiente para evitar el atrapamiento de los dedos durante el tiempo que transcurre entre el basculamiento de la barra y la parada efectiva de los cilindros.

Se destaca que la barra fija no sensible instalada en algunas máquinas no constituye protección adecuada. Las barras sensibles son especialmente recomendables como protección del acceso a la zona de atrapamiento de cilindros en operaciones de entretenimiento y limpieza para las que forzosamente se tiene que abatir la protección por carcasa en caso de que exista. A fin de evitar que el riesgo de atrapamiento entre cilindros se convierta en riesgo de amputación por atrapamiento entre las zonas vacías de los cilindros es recomendable el relleno de estas zonas mediante una protección de plancha que complete el cuerpo del cilindro.

**Figura 16. Protección contra el riesgo de amputación (Fuente INRS)**  
**A. Evidentemente peligroso. B. Pieza de protección. C.- Vista del cilindro con su protección**



- c) El acceso de las baterías de rodillos humectadores y entibadores estará protegido mediante pantallas provistas de dispositivos de corte que provoquen su parada en caso de apertura de la protección e impidan la posterior puesta en funcionamiento si los protectores no están en posición de seguridad.
- d) Con el fin de evitar la puesta en marcha de la máquina mientras algún operario se encuentra manipulando por alguna zona de ella, los sistemas de marcha y paro de la *offset* deberían reunir las siguientes características:

El accionamiento de cualquiera de los pulsadores de paro debe bloquear toda la máquina. Para la nueva puesta en marcha de la máquina se deberá necesariamente eliminar el bloqueo desde el punto en que se paró.

Los pulsadores de paro y marcha deben ser de una forma y dimensión tales que eliminen errores o dificultades operatorias ( Ver figura 2).

Al pulsar el botón de marcha debe sonar una alarma acústica durante unos segundos antes de que la máquina inicie su funcionamiento. En locales en que coexistan dos o más *offset*, cada una de ellas debe incorporar una alarma distinta a las demás a fin de evitar la confusión de sonidos.

### **Contra golpes y/o atrapamientos por los sistemas de extracción y recogida del papel impreso.**

En las zonas de descarga y apilamiento de papel impreso de las máquinas Offset debería existir una pantalla de plástico transparente, enrejado de varillas o similar que impidiera el acceso manual a los elementos de transporte de papel impreso. Dicha protección se complementa mediante la instalación de

contactores que impliquen la detención instantánea de la máquina en caso de levantamiento de la pantalla (Ver figura 10).

**Figura 17. A.- Pantalla transparente de protección del recorrido superior.  
B.-Contactores de corte. C.- Pantalla de rejilla de protección frontal. D.- Dispositivo de toma de muestras**

