

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL
PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA INDUSTRIA FLEXOGRÁFICA
BASE SOLVENTE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDWIN SAUL ORREGO CABALLEROS

ASESORADO POR EL ING. TULIO ESTUARDO HERNÁNDEZ

ROLDÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Rodolfo Francisco Espinosa Smith
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Alvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Julio Alberto Rivera Palacios
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

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:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL
PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA INDUSTRIA FLEXOGRÁFICA
BASE SOLVENTE,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha mayo de 2007.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edwin Saul Orrego Caballeros', written in a cursive style with a horizontal line crossing through the middle of the signature.

Edwin Saul Orrego Caballeros

Guatemala, 11 de septiembre de 2007

Ingeniero
Williams Alvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Alvarez:

Por medio de la presente es un gusto dirigirme a usted, para informarle que el estudiante Edwin Saul Orrego Caballeros ha finalizado el informe final de su trabajo de graduación titulado: "Diseño de un sistema de control de calidad para el proceso de impresión de la industria flexográfica base solvente".

Después de un proceso de revisión, me permito manifestar mi aprobación al contenido del mismo.

Sin otro particular, agradezco su amable atención y me suscribo de usted,

Atentamente,



Ingeniero Químico Tulio Estuardo Hernández R.
Colegiado No. 832
Asesor

Guatemala, 12 de noviembre de 2007

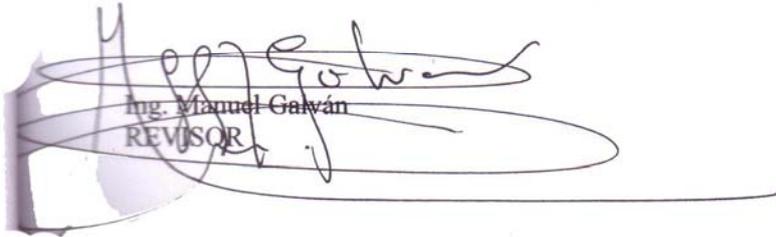
Ingeniero
Williams Alvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero:

Por medio de la presente me permito hacer de su conocimiento, que he revisado el Informe Final del Trabajo de Graduación del estudiante Edwin Saul Orrego Caballeros, titulado DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA INDUSTRIA FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE, del cual dejo constancia de mi aprobación, para proceder a la autorización del respectivo trabajo.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Manuel Galván
REVISOR



El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M. Sc. Después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe del Departamento al trabajo de Graduación del estudiante **Edwin Saul Orrego Caballeros** titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA INDUSTRIA FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE”**, procede a la autorización del mismo.


Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



Guatemala, noviembre de 2,007.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 465.2007

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA INDUSTRIA FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Saul Orrego Caballeros**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2007



/gdech

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ORIGEN Y DESARROLLO DE LA FLEXOGRAFÍA	1
2. DEFINICIÓN DE FLEXOGRAFÍA	7
3. OTROS PROCESOS IMPORTANTES DE IMPRESIÓN	9
3.1 Imprenta o Tipografía	9
3.2 Litografía	10
3.3 Rotograbado	11
3.4 Serigrafía	12
4. PRINCIPALES ELEMENTOS EN LA CALIDAD DE LA IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE	13
4.1 Empaque flexible	13
4.2 Sustratos	14
4.2.1 Papel	15
4.2.2 Aluminio	17
4.2.3 Polipropileno	18
4.2.4 Polyester	20
4.2.5 Polietileno	20
4.2.6 Películas Metalizadas	22
4.2.7 Desafíos a vencer al imprimir películas plásticas	22
4.3 La máquina de impresión	25
4.3.1 Máquina convencional	26

4.3.2	Máquina de tambor central	28
4.3.3	Máquina en línea	30
4.3.4	Componentes principales de la unidad de impresión	31
4.4	Las tintas para flexografía	33
4.4.1	Definición y componentes de las tintas	33
4.5	Los solventes para flexografía	35
5.	CONTROL DE CALIDAD	37
5.1	Introducción	37
5.2	Concepto general de un Sistema de Control de Calidad	38
5.2.1	Planeamiento	38
5.2.2	El Control Estadístico	39
5.2.3	Mejoramiento continuo	39
6.	CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LA IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE	41
6.1	Aspectos generales	41
6.2	Clasificación y descripción de defectos	41
7.	DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICO BASE SOLVENTE	57
7.1	Aspectos generales	57
7.1.1	Conceptos básicos del control estadístico de calidad	59
7.2	Control de la materia prima	60
7.2.1	Introducción	60
7.2.2	Muestreos, descripciones y definiciones	61
7.2.3	Procedimientos y criterios de aceptación o rechazo	62
7.3	Control del proceso	67
7.3.1	Descripción y sistema de control	67
7.3.2	Características y tolerancias	68
7.3.3	Técnicas de control	69
7.3.4	Modelo de control de calidad propuesto	70

7.4 Modelo práctico	74
7.4.1 Control de calidad de materia prima y del proceso	74
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Aplicaciones de la flexografía	5
2	Unidad típica de impresión flexográfica	7
3	Unidad típica de impresión tipográfica	9
4	Unidad típica de impresión litográfica	10
5	Unidad típica de impresión de rotograbado	11
6	Proceso típico de screen (tipografía)	12
7	Máquina de impresión flexográfica escalonada o de torre	27
8	Esquema de máquina de impresión flexográfica de tambor central	29
9	Máquina de impresión flexográfica en línea	30
10	Estación de impresión convencional	32
11	Sistema de racleta en cámara cerrada	32
12	Prueba de adherencia	63
13	Prueba de resistencia al rayado	64
14	Prueba de resistencia al arrugado	65
15	Prueba de evaluación de color	67
16	Carta estándares de color en impresión	73
17	Gráfico tabla XII	77
18	Gráfico tabla XIII	77
19	Copas Zahn para medir viscosidad de tintas	85
20	Cronómetro digital para medir tiempo en copas Zahn	85

TABLAS

I	Niveles de energía sustratos	23
II	Clasificación de defectos en la impresión flexográfica base solvente	42
III	Velocidad de secado solventes	66
IV	Formato de control de calidad tintas (MP)	71
V	Formato de control de calidad solventes (MP)	71
VI	Formato de control de calidad proceso de impresión (MP)	72
VII	Formato de control de calidad de defectos (MP)	74
VIII	Modelo práctico de control de calidad tintas	74
IX	Modelo práctico de control de calidad solventes	75
X	Modelo práctico de control de calidad proceso de impresión	75
XI	Modelo práctico de control de calidad de defectos	76
XII	Modelo práctico de control de calidad mensual y gráfico	76
XIII	Modelo práctico de control de calidad mensual 2 y gráfico	77

GLOSARIO

A.S.T.M.	American Society for Testing Materials. Sociedad Americana para Prueba de Materiales.
Abrasión	Proceso de desgaste de la superficie de un material por fricción.
Absorción	En Artes Gráficas corresponde a la absorción de algunas de las longitudes de onda de la luz blanca generando luz con color.
Acetato	Familia de solventes conocidos también como ésteres.
Acrílico	Término químico general dado a una familia particular de resinas termoplásticas basadas en ácido acrílico y sus derivados.
Adelgazador	Materiales utilizados para alterar el cuerpo, viscosidad o fortaleza del color de una tinta.
Adhesión	El estado en el que dos superficies se mantienen juntas mediante fuerzas superficiales; la medida de resistencia con que un material se pega a otro.
Alcohol	Grupo de solventes orgánicos utilizados ampliamente en las tintas flexográficas.

Anclaje	Término flexográfico que describe el proceso de unión o de fusión de las tintas al material sobre el cual se aplica.
Anhidro	Sin agua. El alcohol anhidro no contiene agua.
Arrugas	Película con ondulaciones que permite ver la flexibilidad de la tinta.
Barniz	Componente aglutinante de una tinta. También llamado resina.
Barra igualadora	Barra metálica devanada con un alambre delgado alrededor de su eje de tal forma que pueden aplicarse líquidos uniformemente con un espesor dado a través de un sustrato.
Bloqueo	Una adhesión indeseable entre películas de material en contacto, que podría ocurrir bajo presión o temperatura moderada en almacenamiento o uso, en una medida tal que el daño al menos en una de las superficies sea visible al hacer la separación.
Calibre de película	Un número indicativo del espesor de la película o sustrato.
Cellosolve	(Union Carbide Cor.) Marca para éter mono etil-etilenglicol utilizado como solvente retardante en tintas flexográficas.
Celofán	Hoja flexible, transparente, constituida de celulosa regenerada y plastificantes con o sin recubrimientos funcionales tales como recubrimientos a prueba de humedad, etc..

Cilindro	En flexografía, sin ninguna razón en particular, la mayoría de los cilindros que giran en la prensa o máquina impresora se denominan rodillos con excepción de aquel sobre el cual se montan las planchas y el que recibe la impresión, a los cuales se denomina comúnmente cilindros.
Coagulación	Precipitación o espesamiento de los ingredientes de una tinta debido a la presencia de agua u otros materiales extraños.
Concentración	Cantidad de sustancia (peso o porcentaje) presente en una cantidad dada de solución; fortaleza.
Copa Zahn	Dispositivo para medir viscosidad.
Cuchilla dosificadora	Cuchilla flexible y delgada montada paralela a un rodillo grabado y ajustable contra éste, con el propósito de raspar el material de exceso.
Densidad	La masa de una unidad de volumen. Opacidad. Fuerza del color.
Densitómetro	Instrumento que mide la luz reflejada de una superficie. Se utiliza como instrumento de control para verificar la uniformidad del color impreso.
Estática	Descargas eléctricas originadas en la superficie de un material aislante. En el caso de películas esto causa que estas se adhieran entre sí o a otros materiales aislantes.
Flexografía	Método de impresión rotatorio directo, utilizando imágenes flexibles realizadas sobre planchas de impresión, sujetas a cilindros de plancha, entintadas por un cilindro o rodillo

metálico grabado y limpiado por cuchillas dosificadoras, transportando tintas líquidas virtualmente a cualquier sustrato.

Fotopolímero Nombre genérico para una serie de materiales que sufren un cambio físico al ser expuestos a la luz natural o ultravioleta.

Gelación Espesamiento de una tinta u otro líquido, que no puede reversarse mediante agitación.

Halo Contorno indeseable alrededor de la imagen impresa.

Hidrocarburos Materiales totalmente compuestos de carbón e hidrógeno. Término general para la familia de solventes del petróleo.

Higroscopio Propiedad del papel u otra sustancia que las hace propensas a absorber humedad.

Intensidad Fuerza del color en una tinta flexográfica.

Moairé Interferencia ocasionada por la superposición de dos o más patrones formados por puntos o líneas y que están fuera de registro. Patrón resultante de una tramada relativa incorrecta del rodillo anilox y de una plancha con medio tono.

Nitrocelulosa Formador de película ampliamente utilizado en flexografía y tintas de rotograbado; nitrato de celulosa.

Opacidad La calidad o estado de una sustancia que hace que obstruya los rayos de luz. La capacidad de cubrimiento de una película de tinta u otra sustancia: opuesto a transparencia.

Película	Material flexible, generalmente orgánico, no fibroso y delgado, con un calibre inferior a 0.010”.
Pinholing	Deficiencia de una tinta impresa al no formar una película continua completa. Visible en forma de pequeños huecos en el área de impresión.
Plastificantes	Materiales generalmente líquidos pero algunas veces sólidos que dan flexibilidad a una tinta o laca.
Prensa	Máquina impresora.
Resinas	Sustancias orgánicas complejas, naturales o sintéticas, sin un punto definido de fusión que en una solución de solventes forman la porción adhesiva de la tinta flexográfica.
Retardadores	Solventes adicionados a la tinta para disminuir su tasa de evaporación.
Rodillo anilox	Rodillo de acero grabado mecánicamente o por laser y cubierto con cromo utilizado en prensas flexográficas para controlar la película de tinta desde el rodillo de la fuente cubierto con película elastomérica hasta las planchas impresoras que imprimen la película. El volumen de tinta está afectado por el número de celdas por pulgada lineal, la dimensión de la celda y las paredes de la celda. Fabricados a partir de acero con cobre y cromo. También se les da un cubrimiento de óxido de aluminio (cerámica) o cobre y cromo.
Shellac	Resina natural soluble en alcohol utilizada en tintas flexográficas.

Solvente	Medio utilizado para disolver una sustancia.
Sustrato	Material base sobre cuya superficie puede depositarse una sustancia para impresión, recubrimiento, etc..
Tensión	Control mecánico de embobinado y desembobinado del papel, película, foil y otros materiales almacenados en rollo o bobina. Esfuerzo ocasionado por una fuerza que opera en cualquier sentido: extensión, alargamiento, separación.
Tensión superficial	Fuerza que existe en la interfase de varios sólidos, líquidos y gases, que hace que tomen la forma de menor área superficial.
Tintero	Bandeja de tinta de una máquina flexográfica.
Tiraje	Cantidad total de metros impresos.

RESUMEN

En algunos países de Europa y América del Sur existen instituciones educativas que tienen dentro de sus opciones de estudio diferentes especializaciones relacionadas con la Industria Flexográfica generando de esta forma suficiente personal capacitado para facilitar los procesos productivos de la misma.

En Guatemala todavía no existe una carrera profesional que se relacione con la Impresión Flexográfica Base Solvente y el recurso humano preparado, principalmente a nivel operativo se basa en experiencias del pasado.

En el presente trabajo de graduación se diseñó un sistema de control de calidad para el proceso de impresión de la industria flexográfica base solvente. Se han anotado los principales defectos que se presentan en el proceso productivo de esta industria, con el objetivo principal de proporcionar a las pequeñas y medianas empresas los lineamientos que les permitan implementar fácilmente un sistema de control de calidad propuesto; asimismo se podrá utilizar para capacitación, aprendizaje y tecnificación de todas las personas que tengan relación con este tipo de empresas.

Para el desarrollo de la misma se procedió con una investigación teórica en diferentes referencias bibliográficas relacionadas con el tema, así como sitios de Internet completando la información con un breve análisis práctico en tres diferentes empresas de nuestro país.

Se espera que esta investigación, le sirva a por lo menos 10 pequeñas y medianas empresas dedicadas a la Impresión Flexográfica Base Solvente, en Guatemala. Se espera obtener mejoras significativas de calidad, productividad y competitividad.

OBJETIVOS

General

Proporcionar a las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la fabricación de productos impresos por medio de la flexografía base solvente los lineamientos que les permitan implementar fácilmente un sistema de control de calidad en su proceso de Impresión.

Específicos

1. Establecer las variables más importantes del proceso de Impresión en la Industria Flexográfica Base Solvente.
2. Definir los principales defectos que se presentan en el proceso de Impresión de la Industria Flexográfica Base Solvente.
3. Diseñar un sistema de control de calidad que sea práctico y de fácil implementación en el proceso de Impresión de la Industria Flexográfica Base Solvente.

INTRODUCCIÓN

Como primer punto, el trabajo de graduación presenta una breve historia a nivel mundial de los orígenes y desarrollos de la Flexografía que va desde 1930 hasta nuestros días; se anota también una definición del término como tal y se mencionan otros procesos importantes de impresión tales como: la Tipografía, la Litografía, el Rotograbado y la Serigrafía.

En el cuerpo central del trabajo se puede observar el cumplimiento de los objetivos establecidos definiendo los principales elementos que influyen en la calidad de la Impresión Flexográfica Base Solvente en las pequeñas y medianas empresas de Guatemala; se define el término empaque flexible, para posteriormente abarcar los sustratos con sus variedades, las máquinas impresoras y sus componentes principales en la unidad de impresión, las tintas y los solventes.

Seguidamente, se ha colocado un capítulo completo al tema de Control de Calidad como una forma de concientizar a los usuarios de la presente, sobre la importancia del tema para posteriormente presentar detalladamente una lista bastante completa de los defectos que se pueden presentar en la sala de prensas indicando cómo reconocerlos, las causas probables y sus remedios sugeridos.

Tomando de referencia el trabajo de campo realizado en tres diferentes empresas nacionales, en el cual se utilizó el método científico basado en una investigación descriptiva observando los defectos más comunes y que podrían provocar un rechazo o interrupción del proceso productivo generando insatisfacciones a clientes internos y externos se procedió con el diseño del sistema de control de calidad para el proceso de Impresión Flexográfica Base Solvente que permita minimizar los errores atacando las causas que los provocan para lo cual se propone un modelo de control de calidad con formatos fáciles de usar e implementar y utilizando un mínimo equipo de laboratorio.

Un alto porcentaje de los defectos observados están directamente relacionados con el manejo inadecuado de las tintas y sus solventes, por lo que es necesario apoyarse en proveedores certificados que proporcionen un excelente soporte técnico.

1. ORIGEN Y DESARROLLO DE LA FLEXOGRAFÍA

Este proceso de impresión fue conocido inicialmente como “anilina” y fue introducido en los Estados Unidos en gran escala en los años de 1920.

Durante los primeros años se tenía muy poca información técnica disponible y se tenían máquinas impresoras mal construídas, tintas deficientes, planchas de mala calidad, lo que generaba impresiones con imágenes deficientes; no era necesario colocar una impresión tras un vidrio de aumento para ver los defectos, eran tan obvios que de lejos se podían ver a simple vista.

En 1930 con el advenimiento del celofán como un material de empaque, se encuentra un nuevo campo para la flexografía. Muchos problemas tendrían que ser resueltos antes de que el celofán pudiera ser impreso con éxito. Primero, era necesario reformular las tintas para obtener una impresión fina y buena adherencia de éstas al sustrato. Se requería también el empleo de calor, para favorecer la buena adherencia y el secado de las tintas sobre este material no absorbente. Calentadores y sopladores de aire caliente, montados después de las estaciones de impresión, fueron desarrollados para permitir un secado satisfactorio a velocidades de 100 y 150 pies por minuto. Dada la necesidad, algunos progresos significativos se hicieron en el campo de las tintas. Inmediatamente después del desarrollo de la tinta blanca con dióxido de titanio, las tintas pigmentadas de amarillo y naranja llegaron al mercado. Posteriormente, en 1934, las tintas metálicas, tanto oro como plata, hicieron su aparición, seguida del rojo, azul, verde y negro.

En 1935, la introducción de la velocidad variable de impresión, junto con el ojo eléctrico hizo factible la impresión flexográfica rollo a rollo. Las velocidades de la máquina impresora podían ahora incrementarse considerablemente, contando con que hubiese una fuente de calor adecuada para el secado de las tintas. Sin embargo, los secadores no estuvieron disponibles sino hasta el año de 1940.

Las ventajas de las velocidades variables de impresión y la impresión rollo a rollo expandió el campo del sistema de impresión con anilina. Adicional a los

materiales para empaque flexible, tenían la posibilidad de ser impresos por este proceso, papel regalo, toallas higiénicas y envolturas de cajas, resmas de papel, formas continuas, aplicaciones de marcas registradas y diseños sobre papel cartón, además de una innumerable variedad de otros materiales que requerían ser manejados en rollos, ya que en procesos subsiguientes, los rollos impresos podían ser cortados al tamaño requerido, cortados en hojas, troquelados, recubiertos con parafina, o convertidos en otras formas tales como bolsas, vasos, cartones y cajas, ya sea en etapas separadas o en línea. Nuevos desarrollos tales como celofán a prueba de humedad, película de acetato empezaron a ser fabricados. Además del celofán, el glassine y el foil, también eran impresos por flexografía.

Después de experimentar por varios años con sistemas de recirculación de aire caliente, se introdujo en los años de 1940 la primera máquina impresora completa con equipo para secado de tintas. Este permitía utilizar tintas con altos contenidos de pigmentos y revolucionaron la industria al permitir imprimir rollo a rollo a dos veces la velocidad anterior.

En los días posteriores a la guerra y anteriores a 1946, el proceso anilina experimentó un inusitado crecimiento y aceptación en un gran número de industrias y materiales. El proceso fue aceptado para la impresión de materiales nuevos hasta vinilos para cortinas de baño.

El proceso anilina tenía ahora su propio posicionamiento. El número de empresas usualmente constituido por artesanos expertos se multiplicó. Había empezado una nueva era para una industria que estaba creciendo a saltos.

En el mes de marzo de 1951, Franklin Moss solicitó en una publicación periódica que su empresa enviaba por correo a miles de personas en la industria, “un nombre mejor para el proceso anilina”.

El 22 de octubre de 1952 durante el 14° foro del instituto de empaques, se anunció que el nombre de Flexografía había sido escogido por abrumadora mayoría. El término flexografía, y el adjetivo “flexográfico” fueron rápidamente adoptados y aceptados a nivel mundial en un tiempo relativamente corto.

Muchas nuevas películas desde los poliésteres hasta los celofanes recubiertos con polímeros fueron introducidos en la industria durante los años de 1950 a 1960. Hasta comienzos de la década, a pesar de los innumerables tipos de materiales

flexibles de empaques en el mercado, el celofán indiscutiblemente fue el más popular.

En el comienzo de esa década, sin embargo, el celofán, el campeón de las marcas por 20 años consecutivos encontró un competidor real: el polietileno. Además de sus características funcionales, el polietileno tiene otras propiedades físicas no compartidas por el celofán, particularmente su flexibilidad o extensibilidad.

El polietileno también fue responsable de la mayoría de los cambios fundamentales en la formulación de las tintas. Al igual de lo ocurrido con el celofán, que fue el responsable del desarrollo de una resina denominada “shellac”, como componente básico de las tintas, la cual ha permanecido como resina básica en las tintas flexográficas, el polietileno fue también responsable de la introducción de una nueva resina que habrá de permanecer por mucho tiempo en este campo. Las tintas tipo shellac-alcohol, previas a los años 1950, habían sido de las tintas formuladas para el proceso anilina con el mejor desempeño. Las tintas flexográficas con resinas poliamídicas, desarrolladas en 1955, se caracterizaron por su excelente brillo y adhesión a las distintas películas flexibles disponibles en el mercado.

Sin embargo, estas tintas tenían otros problemas. Ellas tenían la tendencia a solidificarse en los recipientes durante épocas de baja temperatura. Además, se requería un tipo diferente de solvente, por lo cual se encontró con problemas de aceptación entre los consumidores flexográficos.

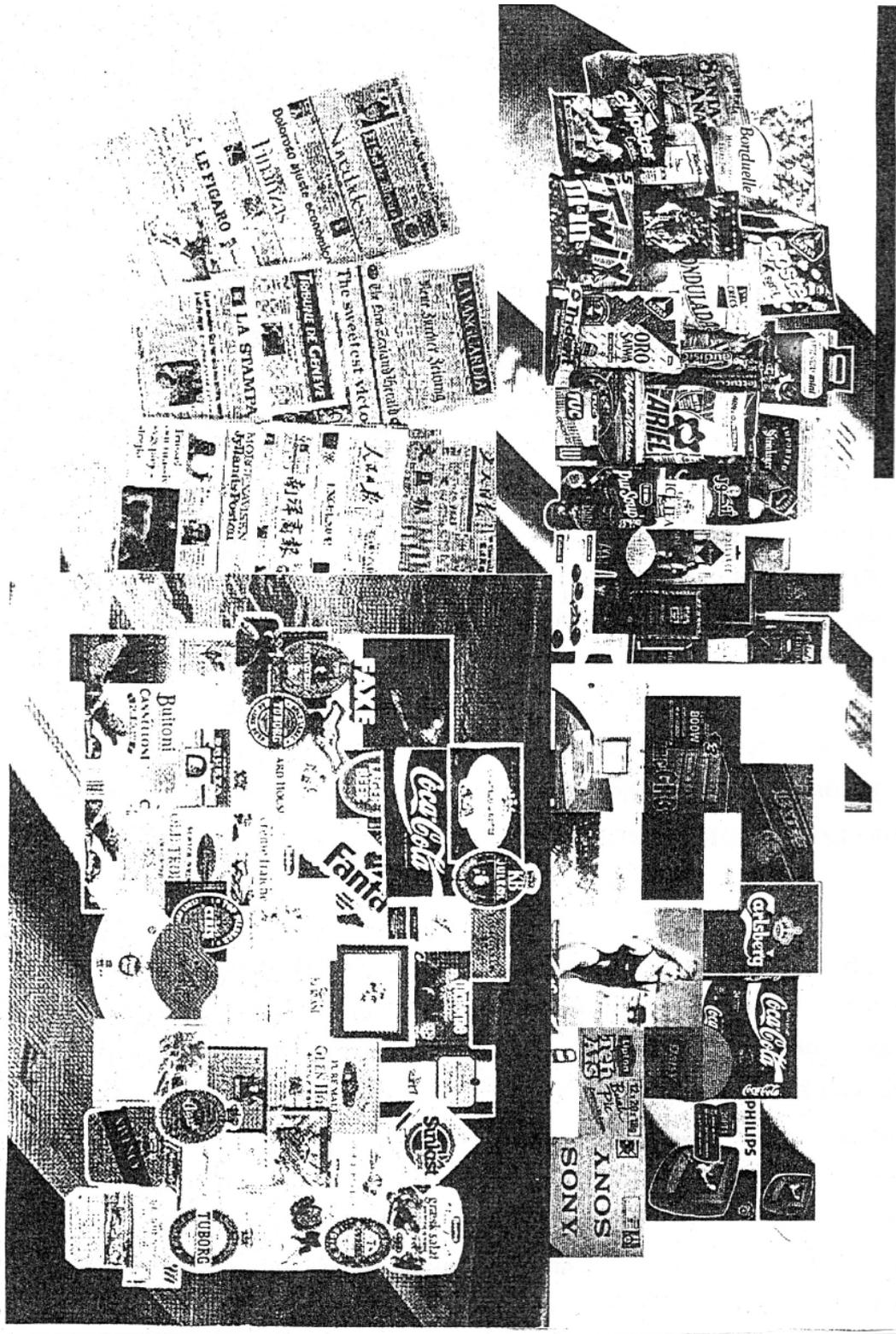
Después de prolongados ensayos y descubrimientos, las tintas de poliamida emplearon una combinación de solventes, mezclas de alcohol y ésteres.

En el año de 1958, se funda la Flexographic Technical Association, Inc., dedicada a la promoción, desarrollo y avance del sistema de impresión flexográfico. Organizada, soportada y mantenida por muchos de los más conocidos y progresistas hombres en este campo, sus miembros están orgullosos de sus conocimientos y no vacilan en compartirlos. Reuniones técnicas de trabajo y seminarios son programadas regularmente en los Estados Unidos, Canadá y México donde los convertidores y las firmas relacionadas discuten los problemas y desarrollos pertinentes a la época.

Desde la fundación de la FTA en Norteamérica, se han establecido una FTA europea, con sede en Gran Bretaña y Alemania Occidental, y posteriormente una en el Lejano Oriente, localizada en El Japón.

Para cualquier fabricante, la flexografía es una lógica y económica opción. Los consumidores, por supuesto, no están usualmente familiarizados con los procesos empleados para reproducir los impresos de los productos que ellos usan diariamente. Ordinariamente, el producto es abierto y la gente no se da cuenta de que el empaque ha protegido el producto desde su fabricación y casi siempre va a la basura luego de haber sido utilizado. Si el empaque es guardado, es probablemente porque éste tiene algunas instrucciones u otra información útil. En la figura 1 se observa la variedad de productos impresos que se han producido mediante el proceso de impresión flexográfico.

Figura 1. Aplicaciones de la Flexografía



Fuente: Seminario "El proceso flexográfico" Diapositiva No. 8

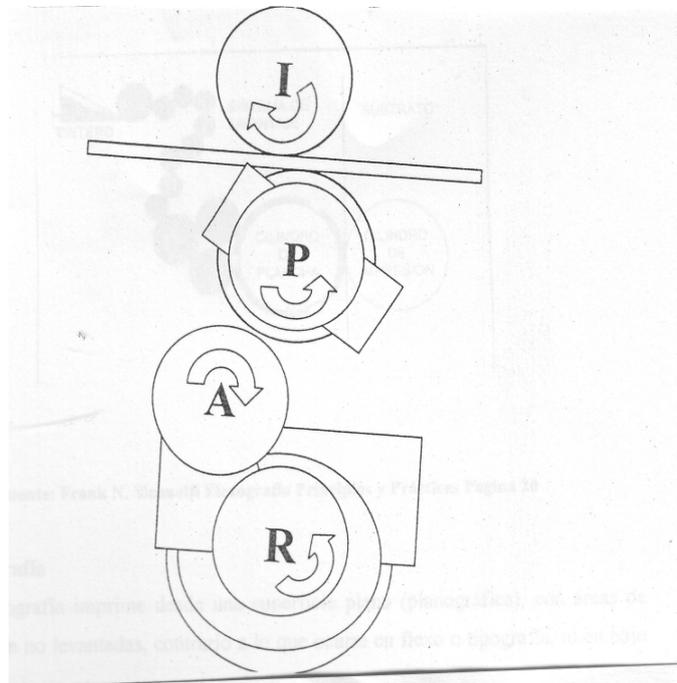
Todas las personas hemos tocado una caja corrugada impresa por flexo, por ejemplo una caja de pizza y no nos interesamos en qué consistía, ni observamos la calidad de impresión. También hemos consumido alguna rodaja de pan empacada en una bolsa plástica impresa por flexo, pero nunca nos hemos preguntado nada acerca de los empaques. Cada vez que compramos un producto, el empaque y la impresión lucirán casi iguales.

Entre más y más productos sean empacados, más y más empaques impresos serán requeridos, y esto tiene mucho que ver con el crecimiento de la flexografía. En efecto, la flexografía es actualmente el sistema de impresión de más rápido crecimiento en el mundo. Más y más fabricantes están usando la flexografía en sus empaques y etiquetas.

2. DEFINICIÓN DE FLEXOGRAFÍA

La flexografía es un método directo de impresión rotativa que utiliza planchas elaboradas de caucho o fotopolímeros. Las planchas se pegan a cilindros metálicos de diferentes longitudes, entintados por un rodillo dosificador conformado por celdas, con o sin cuchilla dosificadora invertida (doctor blade o racleta) que lleva una tinta fluída de rápido secamiento a la plancha, para imprimir virtualmente sobre cualquier material absorbente o no-absorbente. En la figura 2 se observa un esquema básico o unidad típica de la impresión flexo, en donde “I” es el cilindro impresor, “P” es el cilindro porta plancha, “A” es el rodillo anilox y “R” es el rodillo alimentador de caucho.

Figura 2. Unidad típica de impresión flexo



Fuente: Seminario “El proceso flexográfico” Diapositiva No. 11

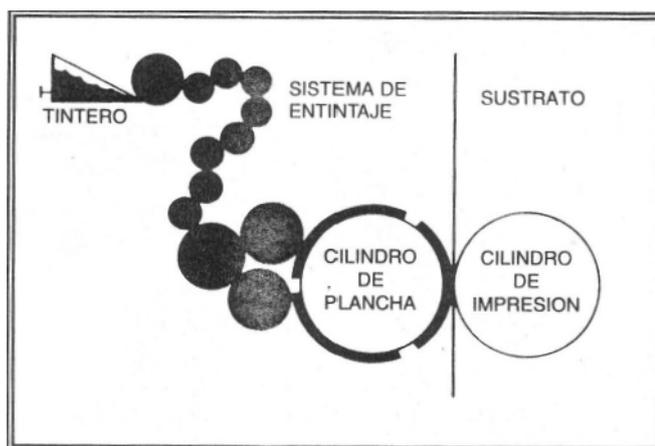
3. OTROS PROCESOS IMPORTANTES DE IMPRESIÓN

Dentro de los más importantes se puede mencionar a la Tipografía o Imprenta, la Litografía, el Rotograbado y la Serigrafía.

3.1 Imprenta o Tipografía

La imprenta o tipografía fue el primer sistema de impresión, y su nombre describe la forma como él trabaja. La superficie de impresión en alto relieve, es entintada con una tinta pastosa y literalmente presionada contra el sustrato. Hasta fines de los años 1900 la imprenta era el único sistema de impresión disponible. La tipografía está ahora limitada a ciertos trabajos especiales como numeración, repujado, estampado al calor e impresión de tinta carbónica en parches. También es empleada para troquelado, perforado, corte y gofrado. En la figura 3 se observa una unidad de impresión tipográfica.

Figura 3. Unidad típica de impresión tipográfica



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 20

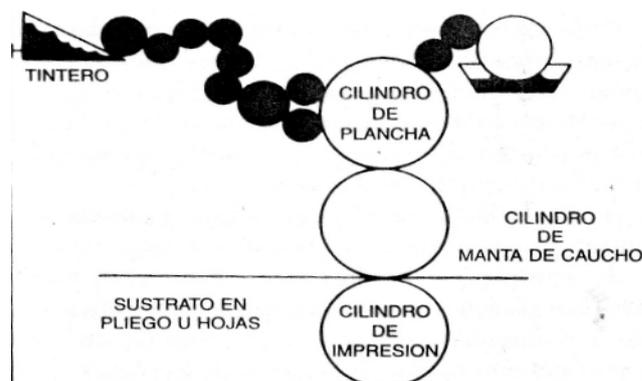
3.2 Litografía

La litografía imprime desde una superficie plana (planográfica), con áreas de imagen no levantadas, contrario a lo que ocurre en flexo o tipografía, ni en bajo relieve como ocurre con el rotograbado.

Este proceso se basa en el principio de que el aceite y el agua se repelen mutuamente. En la actualidad, se utilizan planchas o placas de aluminio para imprimir con este sistema, las cuales sufren un proceso fotomecánico para obtener las imágenes. Ya estando la plancha en la prensa, es humedecida con una solución en base acuosa y entintada con rodillos de caucho; siguiendo el principio básico, únicamente la tinta es atraída por el área de imagen, mientras que el agua la repele de las áreas de no imagen.

La imagen es legible positivamente sobre el área de la plancha. Tanto el área de imagen, como el área de no imagen, están sobre el mismo plano, hecho del cual se deriva el nombre de planográfica. La plancha es fijada al cilindro de plancha y a medida que éste gira, su superficie es humedecida e inmediatamente entintada. El cilindro de plancha entra en contacto con el cilindro de caucho o manta de caucho, transfiriendo la imagen. El cilindro de caucho o manta, a su vez, transfiere la imagen al sustrato. Tradicionalmente las prensas litográficas han sido de alimentación por hojas. En la figura 4 se observa una unidad de impresión litográfica.

Figura 4. Unidad típica de impresión litográfica



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 22

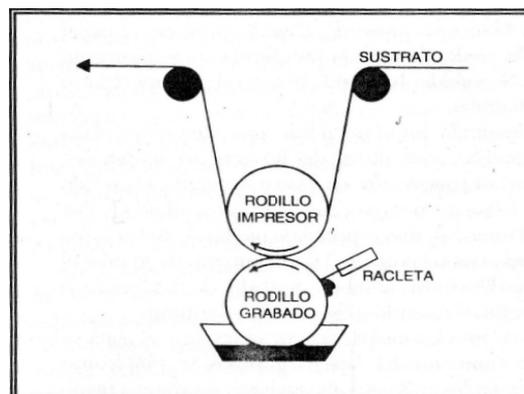
3.3 Rotograbado

Rotograbado es una forma de “intaglio” (hundido) e imprime directamente a partir de celdas no conectadas entre sí, grabadas sobre un cilindro de impresión. El área de impresión está formada por microscópicas celdas grabadas, mientras que el área de no imagen permanece sin tocar.

Las tintas de rotograbado son fluidas y de baja viscosidad. Sobre la prensa, el cilindro de imagen está sumergido en una bandeja llena con tinta, donde las celdas toman la tinta. El exceso de tinta sobre la superficie es raspado por una cuchilla de acero (racleta o doctor blade). Cuando el cilindro hace contacto con el sustrato, la tinta por acción capilar deja las celdas y se transfiere al sustrato.

La mayoría de las prensas son en línea, diseñadas con una unidad secadora encima de cada unidad de impresión. La banda del sustrato viaja de una unidad de impresión a la siguiente sobre imprimiendo tinta húmeda sobre tinta seca, son comunes las prensas de seis y ocho colores. La mayoría de las prensas de rotograbado son de alimentación por bobina. Rotograbado es empleado para impresión de empaques, revistas, periódicos y otras aplicaciones especiales. En la figura 5 se observa una unidad de impresión de rotograbado.

Figura 5. Unidad típica de impresión de rotograbado

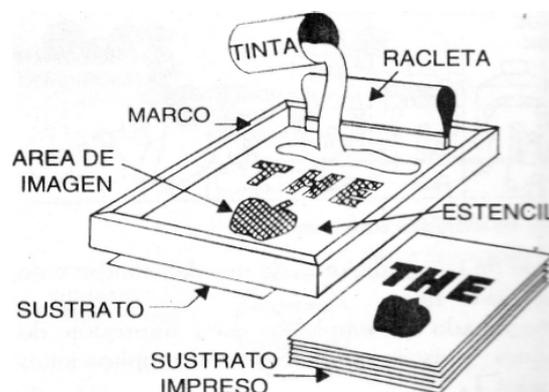


Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 22

3.4 Impresión en Screen o Serigrafía

Originalmente conocido como *silk screen*, apareció inicialmente en la China, donde había abundancia de seda. Hoy en día con la existencia de las fibras artificiales y el acero inoxidable para hacer las mallas, el nombre de “silk screen” ya no se utiliza. El proceso principalmente consiste en forzar una tinta a que pase a través de una superficie porosa hacia el sustrato. Una raqueta de caucho o de madera, es empleada para arrastrar y empujar la tinta. El equipo básico requiere de una mesa plana, un marco rígido, una malla muy fina, una raqueta semirígida, material para hacer la plancha y tinta viscosa. La seda es firmemente adherida al marco y recibe una aplicación de una emulsión fotosensible. Una película positiva se coloca sobre un marco de vacío, en contacto con la malla seca y se le da exposición con luz blanca. Las áreas no expuestas son insolubles y al lavar la malla permanecen muy limpias. Las áreas expuestas son recubiertas con una tinta negra que previene que la tinta fluya a través de ella hacia el sustrato. El marco es fijado con bisagras o instalado sobre una prensa automática. La malla es el portador de imagen. El sustrato es colocado bajo el marco en registro. Se baja el marco y se deposita la tinta en un extremo de éste. Luego con la raqueta se obliga la tinta a que pase a través de la malla en movimientos de ida y venida a lo largo del marco. En la figura 6 se ilustra el proceso.

Figura 6. Proceso típico de Screen (serigrafía)



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 24

4. PRINCIPALES ELEMENTOS EN LA CALIDAD DE LA IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE

A continuación y de acuerdo a los objetivos del presente trabajo, se presenta una descripción de los elementos que más influyen en la calidad del proceso de impresión en la industria flexográfica base solvente. Asimismo se ha considerado importante presentar una breve definición de lo que es un empaque flexible que es el producto final obtenido después del proceso de impresión.

4.1 Empaque Flexible

Aunque muchas veces pasa desapercibido, el empaque o envase es un elemento crítico para comercializar bienes de consumo pues se define como todo contenedor compuesto por uno o más materiales de iguales o diferentes propiedades utilizado para contener, proteger, identificar y mercadear un determinado producto; y si se decora adecuadamente sirve además como medio de publicidad.

Como su nombre lo indica, los empaques flexibles son todos aquellos que por la naturaleza de los materiales utilizados son livianos, delgados y flexibles. La utilización de los mismos puede decirse que inició entre 1900 y 1920 al desarrollarse el papel glassine, el celofán y el papel aluminio pero realmente impactó el mercado a partir de 1940 con el desarrollo de la película de polietileno, seguida por el poliéster, polipropileno, ionómeros, nylon y una serie de materiales con propiedades y características altamente modificables por toda una nueva tecnología denominada química polimérica.

Una clasificación sencilla de los empaques flexibles podría definirse en cinco grandes grupos denominados:

A) Envoltura: Son hojas de material flexible que cubren un producto dado como caramelos, salchichas, galletas, etc,

- B) Sobre Envoltura: Es una envoltura que forra un empaque primario como un estuche, una caja o un paquete de cigarrillos.
- C) Bolsas Preformadas: Son bolsas con un lado abierto para que el usuario pueda llenarla y posteriormente sellarla con calor o adhesivo.
- D) Pouches: Es el empaque que se forma continuamente a partir de rollos en una máquina que llena y sella automáticamente.
- E) Termoformados: Es un tipo de envoltura o pouche obtenido a partir de dos bobinas. La bobina de fondo se calienta hasta ablandamiento y luego se moldea para que el producto se acomode, luego la bobina superior se sella con calor para que sirva de tapa.

Debido a que el empaque flexible se utiliza en todos los sectores de la industria y el comercio, las demandas de protección y mercadeo de los diferentes productos hacen necesario que las empresas dedicadas a la producción de los mismos desarrollen nuevos productos, nuevas ideas y nuevos procesos para un mercado que evoluciona diariamente. No puede definirse qué es más importante; si la protección del producto o la comercialización del mismo porque no puede existir una sin la otra, pero el empaque flexible ayuda a cumplir los dos propósitos ya que puede protegerlo y puede comercializarlo utilizándolo como propaganda al existir amplias posibilidades de imprimirlo o decorarlo.

Las alternativas para fabricar empaques flexibles son muy amplias por la diversidad de materias primas utilizadas y la factibilidad de combinar dos o más materiales para satisfacer las necesidades de los clientes. Dentro de los principales materiales o sustratos utilizados en la fabricación de empaques flexibles podemos mencionar: papel, celofán, poliéster, polipropileno, poliestireno, PVC y polietileno.

4.2 Sustratos

En flexografía se puede imprimir todo tipo de materiales: desde pequeñas envolturas para palillos de dientes, hasta grandes bolsas para colchones; desde películas, foil de aluminio y papeles, hasta enormes hojas corrugadas; desde frágiles películas plásticas, hasta vidrio y textiles. Estos materiales no se

escogen necesariamente por sus características de impresión, pero si por su funcionalidad. Gracias a la versatilidad de la Flexografía, casi no existe ningún material que no se haya o que no se pueda imprimir por este medio. No parece que fuera a desarrollarse un nuevo papel o un nuevo plástico de uso general, pero el futuro de ambos sustratos probablemente se fundamentará en mezclas, aleaciones y coextrusiones. Las verdaderas aleaciones plásticas van a expandir el número de sustratos plásticos diferentes que pueden ser impresos por flexografía. La coextrusión se incrementará en la medida en que se combinen varios materiales plásticos en múltiples capas, para obtener las propiedades deseadas de barrera, resistencia mecánica, resistencia al calor o esterilización, y alteración de la superficie. El confuso panorama de los posibles sustratos futuros podría crear una pesadilla en impresión, pero una mejor cooperación y comunicación entre fabricantes de tintas y sustratos, permitirá que la superficie de los sustratos y las tintas sean más compatibles. Para efectos del presente trabajo de investigación y tomando en cuenta su aplicación real, a continuación se describirán los materiales que son más utilizados en nuestro medio, y en la parte final se hará énfasis sobre las características principales de calidad que deben cumplir para ser impresos.

4.2.1 Papel

La aplicación del papel como empaque se desarrolló a partir del momento en que pudo fabricarse el papel en operación continua. La materia prima para fabricar papel es la celulosa, un componente de la madera. Químicamente la celulosa es un carbohidrato formado por la polimerización de la glucosa y físicamente es una fibra cuyas propiedades mecánicas dependen del tipo de madera y del proceso de fabricación.

En términos generales existen dos grandes grupos de maderas: el Hardwood o maderas duras que generan fibras largas y flexibles y el Softwood o maderas suaves que generan fibras cortas y más rígidas.

La madera está formada por celulosa y una serie adicional de componentes como lignina, azúcares, resinas, taninos, etc. para fabricar la pulpa de celulosa

se utilizan varios procesos generando tres grandes grupos de pulpa: pulpa mecánica, pulpa termomecánica y pulpa química cuyas propiedades difieren considerablemente entre sí.

Los procesos mecánico y termomecánico consisten fundamentalmente en moler la madera generando una pulpa café, de fibra muy corta y con todos los componentes de la madera incorporados: lignina, resinas, etc

El proceso químico utiliza mecanismos complejos de separación por reacciones químicas de disolución de los diferentes componentes de la madera utilizando dos procedimientos: el proceso kraft o al sulfato, y el proceso al sulfito que puede ser ácido o neutro.

En ambos casos el objetivo consiste en separar la celulosa de todos los demás componentes, fundamentalmente la lignina que genera una coloración café.

Las características de la pulpa al sulfato o kraft y al sulfito son diferentes: la primera es más fuerte, la segunda más flexible.

Normalmente, para la fabricación de papel se utiliza una mezcla de pulpas para balancear la relación de fibra larga a corta en un proceso muy complejo de formación y secado del papel. El resultado final es una amplia gama de papeles de diferentes características y aplicaciones siendo los más conocidos:

- A) Kraft Natural: Papel muy fuerte color café oscuro generado a partir de pulpa química al sulfato sin blanquear normalmente a partir de coníferas (pino y abeto)
- B) Papel Kraft Blanqueado: La pulpa al sulfato se somete a un blanqueo (eliminación de lignina) utilizando agentes blanqueadores como hipoclorito o hidrosulfito de sodio generando una pulpa blanco – amarillenta.
- C) Papel Sulfito: Normalmente es un papel fino, blanco y flexible formado por una mezcla de pulpas al sulfito. Los papeles fabricados con pulpa al sulfito reaccionan menos a la acción de la luz (se ponen amarillos).
- D) Papeles Pouch: Son hechos de fibras blanqueadas y frecuentemente usados en empaques para alimentos y laminaciones con “foil” de aluminio.

- E) Papeles “Glassine” y “Greaseproof”: Estos papeles se fabrican con altas barreras a los aceites y a las grasas para proteger los productos empacados, con la característica adicional de una barrera mejorada a los olores y a la humedad.
- F) Papel Encerado: Este es un papel apropiado para el empaque de alimentos, debido a que no tiene olor ni sabor y no es tóxico.
- G) Papel Pergamino: Sus características incluyen alta resistencia a la grasa, gran resistencia a la tensión y a la capacidad de ser modificado para aplicaciones particulares. Generalmente se utiliza para envolver carne.
- Además para el acabado del papel también pueden incorporarse productos químicos para incrementar las resistencias a la humedad, a las grasas, al moho, etc.

4.2.2 Aluminio

El aluminio se extrae a partir de la bauxita (Al_2O_3) por medio de procesos de deposición electrolítica. El aluminio tiene un inmenso campo de aplicaciones, utilizándose en empaques flexibles en forma de lámina o foil. La fabricación del foil de aluminio se inicia a partir de aluminio virgen en lingote fundido a 700 grados centígrados para luego ser estirado en una serie de rodillos calientes (500 grados centígrados) hasta formar una lámina de 2.5 a 10 milímetros de espesor. Posteriormente el aluminio se vuelve a calentar y prensar hasta alcanzar el espesor deseado refilando y cortando en rollos.

El aluminio reúne una serie de características que lo hacen muy apropiado para utilizarlo en empaques flexibles, siendo las más importantes:

- No es tóxico
- No es un medio apropiado para el cultivo de gérmenes y bacterias
- No tiene olor ni sabor
- Es dúctil y plegable
- Tiene alta reflexibilidad en su superficie, lo cual es importante para protección contra radiaciones calóricas
- Buena conductividad térmica lo cual facilita la congelación de alimentos
- Excelente resistencia a la temperatura (alta o baja)

- Excelente impermeabilidad y propiedades de barrera
- Acabado brillante lo que permite una buena calidad de impresión

Sin embargo, el aluminio es fácilmente atacado por ácidos. Normalmente se utiliza laminado para dar sellabilidad y permitir manipular películas muy delgadas.

En el mercado existe una amplia variedad de calibres clasificándolos en dos grupos: foil y lámina y por su acabado en grofado, mate o brillante. El aluminio tiene una amplia gama de aplicaciones en empaques flexibles utilizándose en tres formas:

- 1) Aluminio en foil para envoltura ya sea impreso o sin impresión, grofado o liso para chocolates normalmente, se utiliza aluminio de 5 a 8 micras pero es difícil de imprimir por su poca resistencia.
- 2) Aluminio recubierto con polietileno para empaque de medicamentos. Se utiliza aluminio de 30 a 50 micras por rigidez y seguridad de protección del producto.
- 3) Aluminio laminado a papel para envoltura interna de cigarrillos utilizando adhesivos o parafina como laminante para empaque de caramelos, concentrados de sopa, etc. Normalmente se utiliza aluminio de 6 a 12 micras.
- 4) Aluminio laminado a papel o película y recubierto con polietileno para utilizar en empaques para sopa deshidratada en polvo, leche en polvo, chocolates, snacks, etc, donde se requieran altas propiedades de barrera. Normalmente se utiliza aluminio de 6 a 12 micras.

4.2.3 Polipropileno

Es un material termoplástico producido por polimerización del propileno utilizando un catalítico organo-metálico, a presión y temperatura controladas, produciéndose un polvo de polímero. Existen muchos tipos de polipropileno, modificados a partir de la variación del peso molecular y de aditivos. Cuando se incorporan monómeros diferentes al polipropileno (normalmente etileno) se producen tres tipos diferentes:

- A) Polipropileno Homopolímero (solo propileno)

B) Polipropileno copolímero no selectivo (hasta 5% de etileno)

C) Polipropileno copolímero selectivo (De 5% hasta 20% de etileno)

La resina de polipropileno puede aplicarse a procesos de extrusión moldeado por inyección, moldeado por soplado y en cantidades limitadas termoformado. En empaques flexibles se utiliza el polipropileno extraído por dos procesos: Cast o soplado.

A) Proceso Cast: Este consiste en extruir el material en un dado plano, ya sea homopolímero o copolímero. Se denomina polipropileno OP. Esta denominación se debe a que en el proceso de extrusión cast el polímero se orienta molecularmente en dirección de la máquina.

B) Polipropileno Soplado: La extrusión se realiza por burbuja, sometiendo el globo a altas relaciones de soplado y estiramiento, generando un material biaxialmente orientado. Se denomina polipropileno BOPP.

Características adicionales en el polipropileno se obtienen al incorporar aditivos para mejorar claridad, retardadores de flama, degradación, etc aplicándose recubrimientos y coextrusiones.

Podemos mencionar que en el mercado existen 4 tipos de polipropilenos disponibles que son:

- 1) Polipropileno sin recubrimiento: Utilizados en laminaciones porque no tienen capacidad para autosellarse. Están tratados para imprimir y poseen excelente resistencia a la abrasión, al ataque de ácidos y álcalis y a la grasa.
- 2) Polipropileno recubierto: El recubrimiento se aplica para mejorar las características de barrera y crear capacidad de sellado. Existen dos tipos de recubrimiento: Surlyn o Sarán (PVDC). El polipropileno recubierto se utiliza para empaques livianos como película sencilla, duplex o laminación en máquinas automáticas de alta velocidad.
- 3) Polipropileno coextruido: El polipropileno puede coextruirse con otro polipropileno copolímero o con polietileno.
- 4) Aplicaciones especiales: Existen una serie de acabados como el polipropileno metalizado, el polipropileno blanco y polipropileno espumoso opaco.

En resumen el polipropileno BOPP tiene mejor balance de tensiones, elongación y estabilidad que el OPP al igual que mayores propiedades de barrera, pero menor brillo y transparencia. La aplicación de recubrimientos modifica las propiedades de barrera y permite que el material sea sellable.

4.2.4 Polyester

Es un material ampliamente utilizado en empaques flexibles, producido a partir de la polimerización del ácido tereftálico con etilenglicol generando una película de excelente durabilidad, transparencia, resistencia mecánica, química y excelentes propiedades de barrera. El poliéster es químicamente resistente a solventes, grasas y ácidos débiles pero reacciona con productos alcalinos. Comercialmente, el poliéster se conoce como Mylar y es utilizado en laminaciones donde se requiera alta protección a los gases.

4.2.5 Polietileno

El polietileno es una poliolefina producida por polimerización del etileno. La producción total de polietileno excede por mucho la de los otros materiales principalmente por una serie de atributos propios del material como flexibilidad, resistencia mecánica y química, procesabilidad y costo. Las propiedades físicas dependen del proceso de fabricación de la resina al ordenar las cadenas moleculares del polímero modificando su estructura molecular, el tamaño promedio de las moléculas (peso molecular medio) y la distribución. El proceso de fabricación de la resina consiste en someter el monómero de etileno a presión y temperatura controladas utilizando catalíticos adecuados, siendo los factores críticos de la resina:

A) Peso molecular medio y distribución molecular: El polietileno es una mezcla de polímeros grandes y pequeños. El promedio de todos los pesos moleculares se conoce como peso molecular medio. Esto genera que la distribución de pesos tengan un comportamiento normal existiendo distribuciones abiertas, cerradas, simétricas o asimétricas.

B) Densidad: La densidad es el peso por unidad de volumen, influyendo muy marcadamente sobre las propiedades físicas de la resina. Una clasificación generalizada divide el polietileno en tres rangos de densidad:

Polietileno de baja densidad 0.910 a 0.925 g/cm³

Polietileno densidad media 0.926 a 0.940 g/cm³

Polietileno alta densidad 0.941 a 0.965 g/cm³

C) Melt Index: El melt index define la facilidad o dificultad con que una resina fluye bajo condiciones determinadas de presión y temperatura indicando el nivel de suavidad o dureza de la misma. El melt index depende fundamentalmente del tamaño de las moléculas y como regla general, a mayor peso molecular se tiene un menor melt index.

Las características específicas de una resina particular por lo tanto son una combinación de su densidad, peso molecular medio y distribución de peso molecular, de su melt index más un factor adicional relacionado con la linealidad o ramificación del polímero. La formación del polímero a partir del monómero etileno puede ocurrir de dos maneras: A) Que se adicionen monómeros formando cadenas ramificadas o B) Que se adicionen monómeros formando cadenas lineales. En el primer caso se tiene polietileno convencional y en el segundo polietileno lineal. Este ordenamiento lineal modifica las características de la resina en resistencia y sellabilidad, siendo usada ampliamente en empaques flexibles de alta resistencia en máquinas empacadoras automáticas. A las resinas de polietileno se complementan con aditivos para mejorar algunas propiedades. Entre los más utilizados están:

- 1) Estabilizadores para protegerlo de degradación por oxígeno y radiación conocido como antioxidante.
- 2) Estabilizadores para disminuir la acción de la luz ultravioleta
- 3) Agente antiblock para reducir la posibilidad que el material se pegue entre sí
- 4) Agente deslizante (slip) para mejorar la capacidad de deslizamiento
- 5) Agente antiestático para disminuir la electricidad estática almacenada en el rollo
- 6) Pigmentos para colorear la película

4.2.6 Películas metalizadas

En el metalizado al vacío, una delgada capa de metal, usualmente aluminio, se deposita sobre un sustrato, típicamente una película plástica flexible o papel. Esto es hecho en una cámara de vacío, usualmente con unas fuentes de evaporación calentadas con resistencias. Este recubrimiento altamente reflectivo se usa por las características estéticas y de barrera que puede dar el aluminio.

Entre los usos de estos materiales metalizados están el aislamiento térmico, etiquetas y calcomanías, capacitores y una gran variedad de decoraciones. Uno de los más grandes mercados simples es el de los empaques flexibles, en donde la apariencia en estantería y las propiedades de barrera son importantes.

La capa de aluminio sobre película metalizada es tan delgada, que no cambian las propiedades mecánicas de la película. En otras palabras, una película metalizada para empaque es tan flexible como la no metalizada. Una película plástica metalizada es una forma económica de mejorar sus propiedades de barrera, y puede variar la cantidad de metal usada. La cantidad usualmente se mide y se controla monitoreando la opacidad de la película en unidades de densidad óptica. Las propiedades de barrera dependen del espesor del metal o densidad óptica. En la barrera a la luz, tanto UV como visible, la transmisión se reduce a menos de 1%.

4.2.7 Desafíos a Vencer al Imprimir Películas Plásticas para Empaques

La impresión flexográfica de películas plásticas para empaques es una cuestión cada vez más compleja debido a las variadas aplicaciones, tipos de películas, tecnologías de tratamiento y sistemas tinta/solvente. Comencemos definiendo la terminología común: Con el objeto de lograr buena adhesión de la tinta, es necesario que la tinta y el sustrato tengan tensión y energía superficial compatibles. La tensión superficial se refiere al nivel de energía con el cual las moléculas de un líquido se adhieren unas a otras. La energía superficial describe el nivel de energía con el cual las moléculas en la

superficie de un sólido se atraen y se adhieren unas a otras. Frecuentemente estos dos términos se intercambian pues los dos miden la capacidad de las moléculas de atraerse unas a otras y adherirse a otras moléculas. La unidad de medida que se usa para tanto la tensión superficial como la energía superficial es dinas/cm.

Cuando la tensión superficial de un líquido que está en contacto con un sólido es más alta que la energía superficial del sustrato sólido, las moléculas del líquido tienden a quedarse unidas, en lugar de atraer al sólido. Consecuentemente, las moléculas formarán grandes gotas y burbujas en la superficie del sustrato. Esto se conoce como humectabilidad pobre. Este tipo de condición entre un sistema de tinta y la película plástica resultará en la no adhesión de la tinta a la película. Cuando la tensión superficial del líquido es menor que la energía superficial del sustrato sólido, la atracción de las moléculas hacia la superficie asciende y la atracción entre ellas desciende y el líquido se extenderá sobre la superficie. Esto es definido como buena humectabilidad. Esta condición entre una tinta y un sustrato plástico no asegura una buena adhesión de tinta; sin embargo, es un buen indicio de que es posible la adhesión de la tinta. La adhesión final de la tinta al sustrato es una función de grupos moleculares polares en la superficie del sustrato y su fuerza en atraer las tintas.

Todas las películas plásticas tienen bajas energías superficiales y por lo tanto no son fáciles de imprimir. Los diferentes tipos de películas plásticas exhiben niveles de energía superficial variados. La mayoría de las películas para empaques pertenecen a uno de los siguientes tipos principales:

Tabla I. Niveles de Energía Sustratos

SUSTRATO	NIVEL DE ENERGÍA (dinas/cm)
Poliéster	43
Polietileno	31
Polipropileno	29

Entre la tinta y el sustrato de polímero debe haber una atracción molecular fuerte para que haya afinidad y ocurra la adhesión. Para complicar aun más el problema, muchas películas modernas de empaque contienen aditivos que están diseñados para dar al producto final ciertas características físicas, tales como antibloqueo (el antibloqueo lucha contra la adhesión indeseable entre películas en contacto), alto deslizamiento, tensiones de encogimiento calibradas, baja energía superficial para evitar empañe y proporción calibrada de transmisión de gases. Estos aditivos afectarán la energía superficial del sustrato plástico, y muchas veces afectarán la capacidad para obtener adhesión de tinta.

Para imprimir estos sustratos plásticos, la energía superficial debe estar en un rango de 38 a 42 dinas/cm. en la prensa. El método más común para obtener adhesión de tinta en estos materiales, es oxidar la superficie del sustrato. Esto incrementará la energía superficial y también proveerá los grupos moleculares polares necesarios para buenas adhesiones entre la tinta y las moléculas del plástico. Para lograr esto hay dos tratamientos ampliamente usados: el tratamiento por llama y el tratamiento corona de descarga eléctrica.

El tratamiento por llama es esencialmente el mismo tratamiento corona. Su principal desventaja es el excesivo calor generado por la llama de gas abierta. Esto es inaceptable para aplicaciones en plásticos encogibles. El tratamiento corona se lleva a cabo pasando la película a través de una descarga de alto voltaje. Esta descarga aumenta la energía superficial de la película produciendo grupos moleculares polares en la superficie de la película y también oxidando la superficie. Esto quema las ceras y el aceite en la propia superficie de la película, permitiendo así que las moléculas de tinta formen un vínculo de atracción con la superficie del polímero.

El tratamiento corona de descarga eléctrica en la superficie de la película es el método usado con más frecuencia para imprimir sobre sustratos de películas basados en polímeros. Los niveles necesarios para obtener buena adhesión de tinta varían ampliamente según las bases de los polímeros y los aditivos de las películas. El tratamiento de la película con los tratadores corona se hace usualmente en la prensa. Hay, sin embargo, tipos de películas

que es preferible pretratar en la línea de extrusión de la película. Esto se requiere con frecuencia cuando el nivel aditivo es tan alto que el efecto de florecimiento ocurre a un alto nivel. Con películas de este tipo, la acumulación del aditivo puede ser tan alta que el tratamiento no se logrará a menos que se haga inmediatamente después de la extrusión. Películas como éstas pueden tener una vida limitada antes de la aplicación final. La energía superficial descenderá con el tiempo causando pérdida de adhesión.

La siguiente pregunta es, ¿Cómo podemos determinar qué nivel de tratamiento está adquiriendo la película y cómo reacciona al envejecer? La medida de tratamiento de los niveles de la película se lleva a cabo utilizando los principios de energía superficial discutidos previamente. Las soluciones líquidas con niveles de tensión en dinas específicos, se aplican a la superficie tratada de la película. Si la solución forma burbujas, entonces la solución tiene un nivel de energía superior al de la superficie. Si la solución se esparce sobre la superficie de la película, entonces la solución tiene un nivel de energía más bajo que el de la superficie tratada. Esta prueba se continúa hasta que se encuentra una solución que se aproxime a la energía superficial. Estas soluciones pueden ser adquiridas en rangos específicos de energía para todas las aplicaciones de tratamiento. Una precaución que hay que tener es que la prueba está sujeta a la interpretación del administrador y que las soluciones Dyne Test tienen una vida limitada. El uso de soluciones viejas puede llevar a resultados contradictorios.

4.3 La máquina de impresión

Existen tantas clases de máquinas, equipos auxiliares y operaciones en línea que es virtualmente imposible revisar la totalidad de las combinaciones posibles. Sin embargo, discutiremos cada uno de estos temas suficientemente para proporcionar un conocimiento de las máquinas de impresión flexo y sus equipos relacionados.

La máquina de impresión flexo tiene cuatro componentes principales, la sección de desembobinado y alimentación del sustrato, la sección de impresión, el secador y la sección de rebobinado del producto.

Hay tres tipos básicos de máquinas para impresión flexográfica: convencionales o de torre, de cilindro de impresión central y máquinas en línea. Estas máquinas se usan generalmente para impresión de empaques flexibles lo mismo que para impresión de rollos angostos, material corrugado y hojas o láminas. Independiente del producto final, los principios de impresión son básicamente los mismos.

4.3.1 Máquina convencional (torre)

En la máquina de impresión convencional las estaciones de color individual están dispuestas o apiladas una encima de otra, a uno o a ambos lados de la estructura principal de la máquina. Cada una de las estaciones de color es impulsada por una serie de engranajes soportados en la estructura de la máquina.

Las máquinas convencionales se fabrican desde uno hasta ocho estaciones de color, aunque la más común es la máquina de seis colores. En la figura 7 se observa un esquema básico de una máquina de impresión convencional.

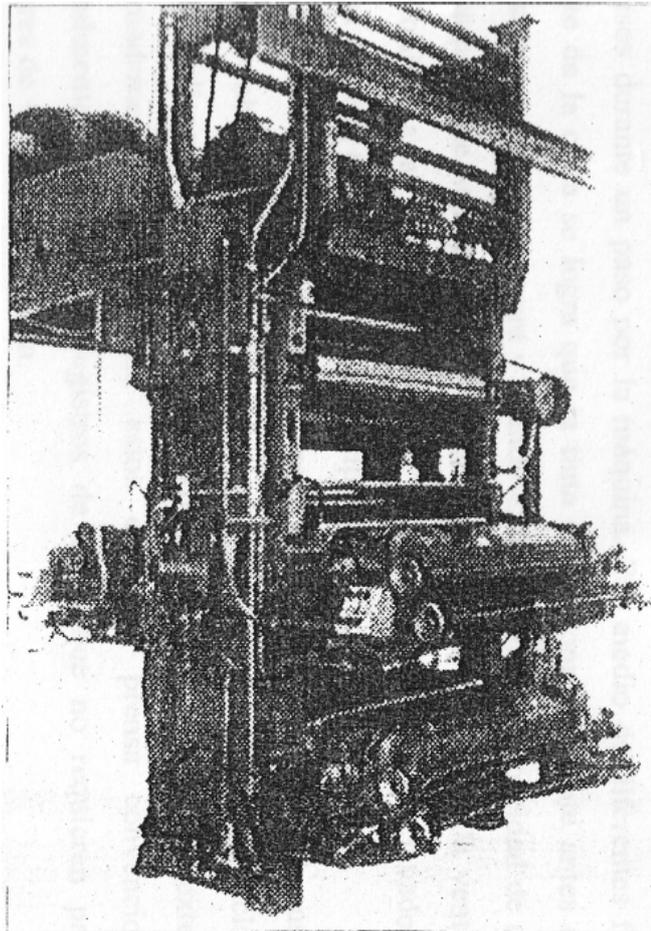
Hay tres ventajas principales en este tipo de máquina. Primero, es generalmente posible invertir la cinta de material para permitir que ambos lados de ella sean impresos durante un paso por la máquina. Por medio de diferentes formas de ensarte de la cinta se logra que la tinta seque completamente antes de que el reverso sea impreso, siempre y cuando exista suficiente capacidad de secado en la distancia que separa las dos estaciones de color. La segunda ventaja, es la accesibilidad a las estaciones de color, lo cual facilita cambios, lavados, etc. La tercera ventaja, es la posibilidad de imprimir grandes repites.

La máquina convencional ha encontrado amplia aplicación y se ha usado para imprimir sobre casi todo tipo de sustrato. Sin embargo, tiene limitaciones para algunas aplicaciones como por ejemplo para impresión de sustratos extensibles o extremadamente delgados. En estos casos la prensa convencional está generalmente restringida a registros de color que no requieren precisiones mayores de $\pm 1/32$ de pulgada.

Con materiales tales como papel, estructuras de películas laminadas y otros, los cuales pueden tolerar valores de tensión relativamente altos, la máquina convencional puede producir productos comerciales con registro aceptable en una forma muy eficiente.

La máquina flexográfica tipo convencional se presta muy bien a otras aplicaciones específicas tales como impresión en línea con otro tipo de maquinaria. Estas pueden ser extrusoras, máquinas productoras de bolsas, cortadoras de hojas, laminadoras, etc.

Figura 7. Máquina impresora flexográfica escalonada o de torre



Fuente: Seminario “El proceso flexográfico” Diapositiva No. 30

4.3.2 Máquina de cilindro de impresión central

La máquina de cilindro de impresión central, algunas veces llamada de impresión de tambor o común, o máquina CI, soporta todas las estaciones de color alrededor de un solo cilindro de impresión de acero, montado en la estructura principal de la máquina. La cinta de material está soportada por el cilindro impresor y es asegurada contra este cilindro a medida que pasa por las diferentes estaciones de color. Esto evita el cambio en el registro de color a color. En la figura 8 se observa un esquema básico de una máquina de tambor central.

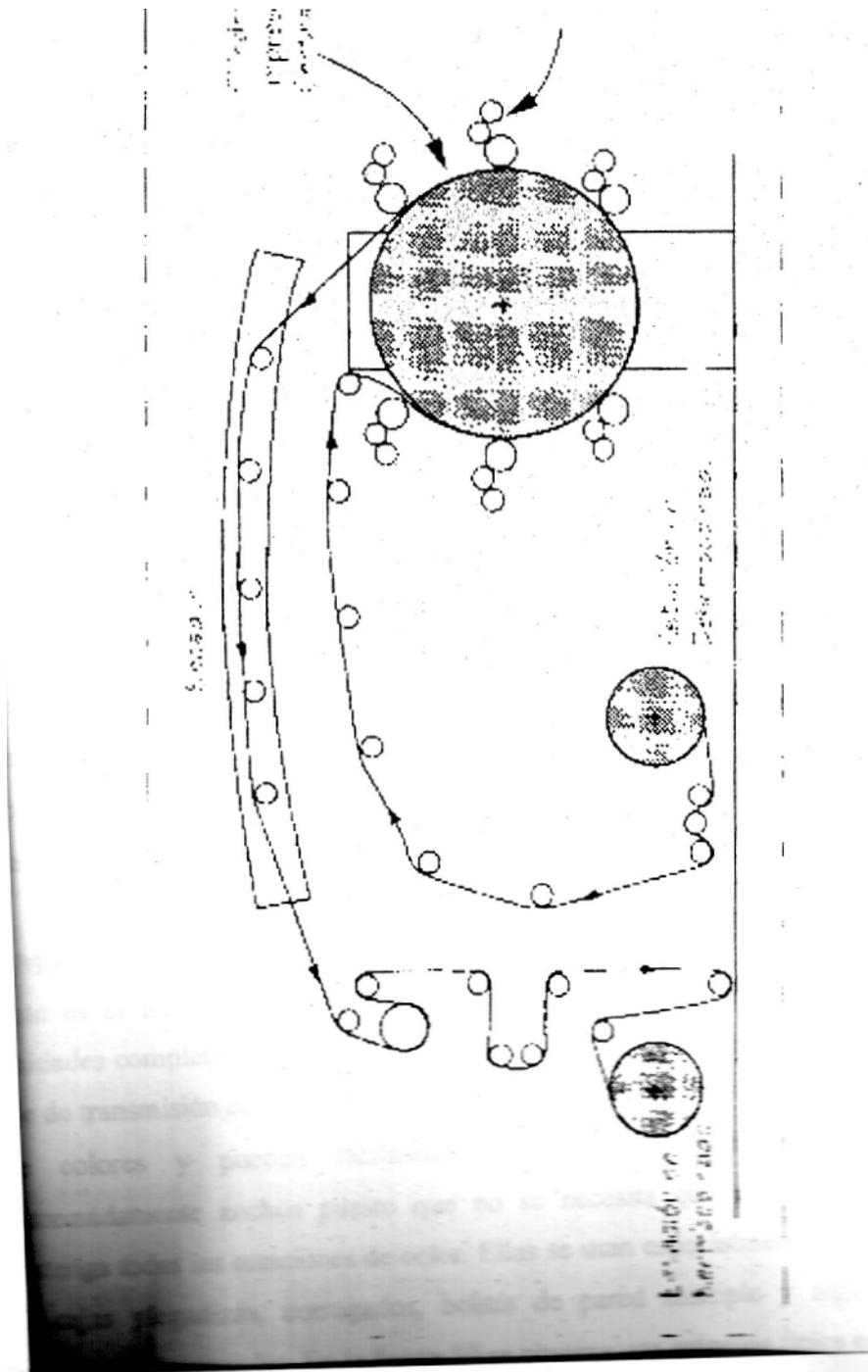
Puesto que la principal ventaja de la máquina de cilindro central es su habilidad para mantener excelente registro, esta máquina ha llegado a ser la más usada por convertidores interesados principalmente en la impresión de materiales extensibles. Además el desarrollo de diseños gráficos más complicados y la continua demanda por impresión multicolor han permitido que esta máquina haya sido usada para todo tipo de sustrato.

La máquina más común es la de seis colores. También se encuentran muchas máquinas de cuatro colores y algunas hasta de ocho colores. Con el objeto de lograr más velocidad de impresión, se diseñaron inicialmente máquinas de cuatro colores, con cilindros de impresión hasta 60 pulgadas de diámetro. La primera máquina impresora de seis colores usó un cilindro de impresión de 83 pulgadas de diámetro. Las últimas máquinas CI de ocho colores tienen cilindros de 94 pulgadas de diámetro.

A medida que las técnicas de secado se han ido mejorando y se ha necesitado menos distancia entre las estaciones de color para secar la tinta impresa, se empezaron a usar de nuevo cilindros de impresión más pequeños. Sin embargo, a causa de los avances logrados en el secado entre colores ya no se cumple el viejo adagio de que “máquinas con cilindros más grandes a menudo ofrecen más altas velocidades”.

La máquina de cilindro de impresión central ha encontrado poco uso en aplicaciones donde es necesario imprimir ambos lados del rollo durante un solo paso a través de la máquina.

Figura 8. Esquema de máquina impresora flexográfica de tambor central



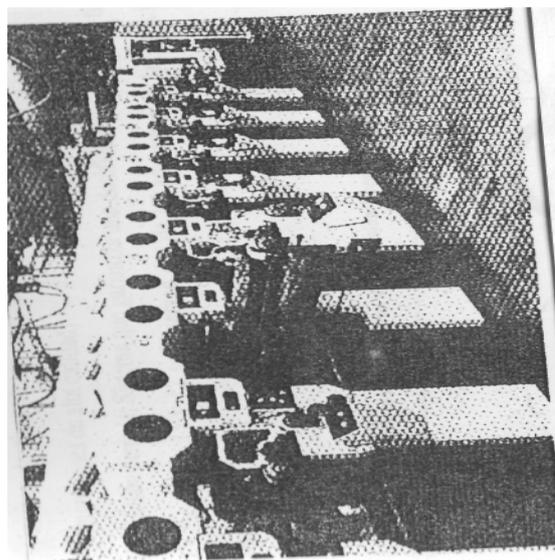
Fuente: Seminario "El proceso flexográfico" Diapositiva No. 28

4.3.3 Máquina en línea

Este es el tercer tipo más comúnmente usado. Sus estaciones de color son unidades completas, separadas, dispuestas horizontalmente e impulsadas por un eje de transmisión común. Las máquinas en línea pueden tener cualquier número de colores y pueden fácilmente ser diseñadas para manejar rollos extremadamente anchos puesto que no se necesita que una sola estructura sostenga todas las estaciones de color. Ellas se usan especialmente en impresión de cajas plegadizas, corrugados, bolsas de pared múltiple y algunas otras aplicaciones especiales. En la figura 9 se observa una máquina típica en línea.

Las máquinas en línea se usan también para impresión de etiquetas normales y autoadhesivas sobre rollos de banda angosta, para lo cual ofrece las ventajas de corto tiempo de arreglo y accesibilidad. Estas características de diseño son también importantes en aquellas áreas especializadas donde una línea de producto específico puede necesitar una máquina de tiraje corto. Como en el caso de máquinas convencionales, éstas máquinas están limitadas a impresiones que no sean críticas con respecto al registro.

Figura 9. Máquina impresora flexográfica en línea



Fuente: Seminario “El proceso flexográfico” Diapositiva No. 31

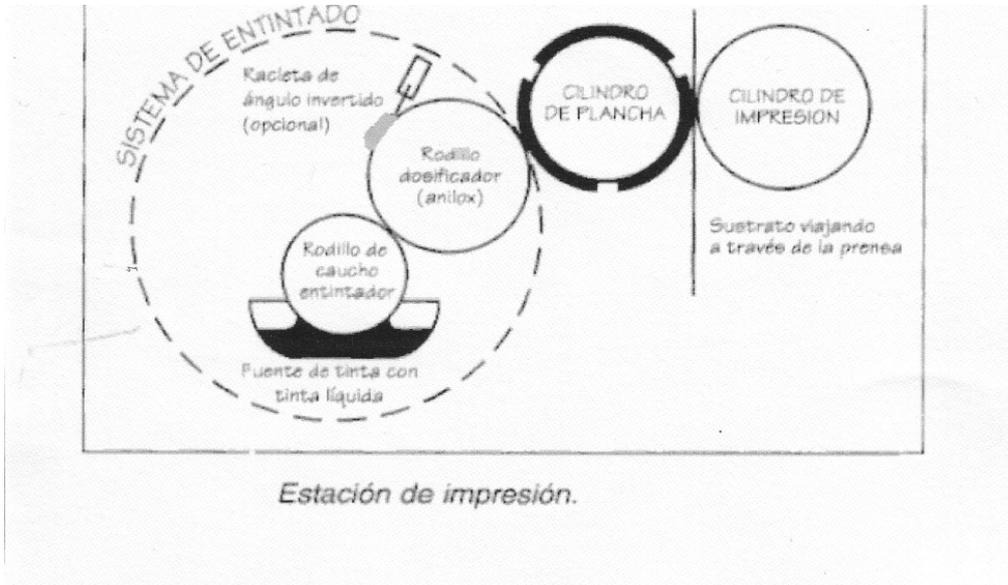
La máquina en línea tiene la versatilidad de imprimir sobre ambos lados de un rollo, ya sea invirtiendo la cinta con el sistema de inversión de barra o usando una forma de ensarte alternada. Estas máquinas, también se pueden usar para recubrimiento por inmersión cuando se requiere el coloreado total de un material absorbente.

4.3.4 Componentes principales de la unidad de impresión en una máquina impresora

- A) Fuente de tinta: o llamada bandeja, donde se deposita la tinta para ser tomada por el rodillo de caucho.
- B) Rodillo de la fuente: Generalmente de caucho, toma la tinta para cargar el rodillo anilox.
- C) Rodillo anilox: Superficie grabada con celdas alineadas en ángulos, dimensiones y volúmenes específicos, para controlar la cantidad de tinta que será entregada al fotopolímero.
- D) Rodillo porta plancha: Rodillo que porta el fotopolímero.
- E) Cliché o plancha: Fotopolímero con grabación de la imagen invertida en alto relieve.
- F) Doctor blade: o lámina dosificadora, es un dispositivo para la eliminación del exceso de tinta de la superficie del rodillo anilox. (Indispensable para impresiones de alta calidad)
- G) Cámara cerrada: Sistema que garantiza una dosificación perfecta de tinta.

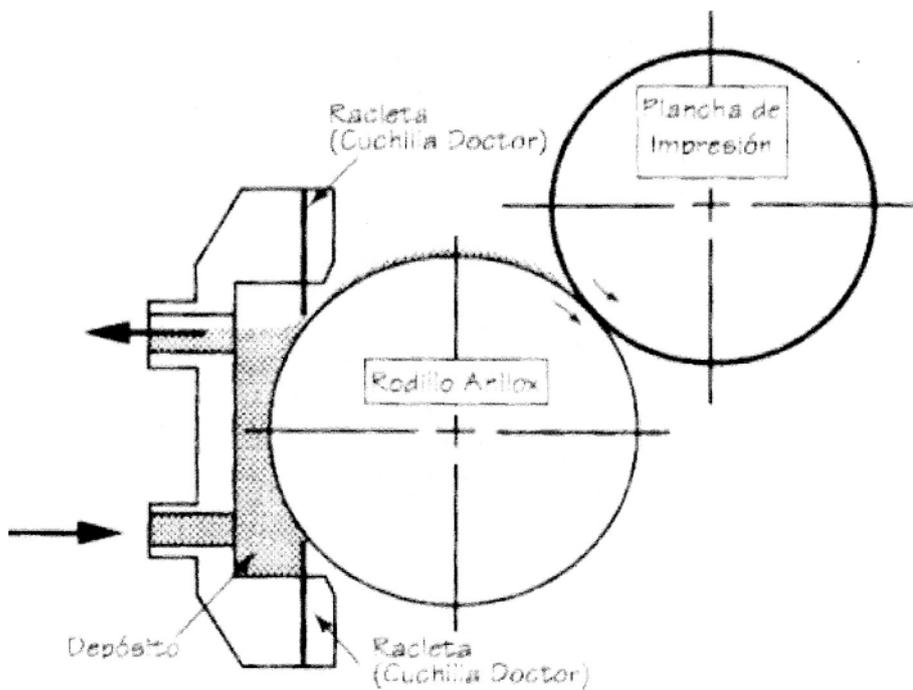
En las figuras 10 y 11 se observan dos de los esquemas en las estaciones de impresión.

Figura 10. Estación de Impresión Convencional



Fuente: Seminario "El proceso flexográfico" Diapositiva No. 13

Figura 11. Sistema de racleta en cámara cerrada



Fuente: Seminario "El proceso flexográfico" Diapositiva No. 26

4.4 Las tintas para flexografía

Las tintas flexográficas son el resultado de mucha investigación, ensayos de campo y largos períodos de experiencia práctica. Los métodos científicos como aquellos empleados en cualquier laboratorio moderno se usan para seleccionar las materias primas y formular las tintas. Las tintas que se utilizan en la actualidad son más cómodas, más confiables, más uniformes y más consistentes en calidad que nunca antes. El manejo adecuado de las tintas depende del conocimiento básico de la composición de la tinta y de su uso.

4.4.1 Definición y componentes de las tintas

Las personas asocian los colores con sentimientos y recuerdos. Por ejemplo, el rojo y el verde son las señales de tránsito para parar y seguir. El rojo y el naranja atraen la atención en los estantes de las tiendas y supermercados. Esta es una de las formas que emplea el diseñador de empaques para tratar de hacer aparecer lo mejor de un producto ante los ojos del consumidor. Por esto, el color es de gran importancia para las empresas que imprimen y específicamente para el departamento de impresión.

De todos los ingredientes usados en flexografía, ninguno es más visible que el material colorante (sustancia que le transmite el color a una impresión). El objetivo de la impresión es aplicar color a áreas específicas del sustrato en forma de imágenes. El color es lo primero que las personas ven cuando miran un objeto impreso, y es inmediatamente interpretado por el cerebro para dar un pensamiento positivo o negativo acerca de él.

Las tintas cumplen con necesidades tanto funcionales como decorativas. La solidez a la luz, resistencia al producto y opacidad o transparencia son sólo tres ejemplos importantes del primer caso.

Una tinta es un compuesto químico, ya sea líquido o pastoso, formado por cuatro componentes básicos: Pigmentos, Resinas, Solventes y Aditivos.

A) Pigmentos: Son polvos finos coloreados que imparten ciertas propiedades a las tintas dentro de las cuales podemos mencionar el tono o matiz que es el color en sí de una tinta ya sea azul, rojo o amarillo; la fuerza de color que se refiere a la intensidad de una tinta; la opacidad que indica qué tan

- B) Resinas: Son sólidos coloreados con diferentes texturas y formas responsables de propiedades importantes en las tintas por lo que se les considera la columna vertebral de una tinta. Las tintas pueden contener una mezcla de dos o más resinas en su formulación. Las resinas permiten permanecer a la tinta en los diferentes sustratos, sirven para dispersar los pigmentos y brindan algunas de las características finales como por ejemplo el brillo, la flexibilidad, la resistencia al calor, la adhesión, viscosidad, transferencia por mencionar algunas. Los tipos de resinas más comunes que se utilizan en la fabricación de tintas son: derivadas de celulosa, acrílicas, maleicas, poliamidas, nitrocelulósicas, shellac, uretánicas y vinílicas.
- C) Solventes: Desde el punto de vista de las tintas podemos definirlos como líquidos capaces de disolver las resinas y dentro de sus funciones principales podemos mencionar que controlan la viscosidad, permitiendo que la tinta fluya y salga de las celdas de los rodillos anilox a la velocidad de máquina deseada, asimismo mejoran la imprimibilidad promoviendo la humectación del cilindro y regulando la velocidad de secado. Los más utilizados en las formulaciones son alcoholes como el etanol, el n-propanol y el alcohol isopropílico, asimismo también se utilizan ésteres como el normal propil acetato y el acetato de etilo, en la actualidad también es común utilizar algunos retardantes de la familia de los glicoles.
- D) Aditivos: Son los elementos que modifican y refuerzan el comportamiento o propiedades de las tintas. Dentro de los más utilizados podemos mencionar los plastificantes, ceras, antiespumantes, modificadores de secado, reductores de tensión superficial, ajustadores de pH; y los mismos mejoran algunas propiedades finales de las tintas como por ejemplo la resistencia al roce, previenen la formación de espuma, etc.

4.5 Los solventes para flexografía

La manera más importante como los impresores modifican la tinta líquida es agregando solventes volátiles. La tinta en la mayoría de las veces viene concentrada y debe ser diluída a la viscosidad correcta de impresión.

No hay una viscosidad ni una rata de evaporación “perfectas”. Estas tienen que variar con la velocidad de la impresora, el rodillo anilox, el equipo de secamiento, cubrimiento y secuencia de los colores. El fabricante de la tinta no puede anticipar ésta y otras variables.

Es por lo tanto necesario que el impresor tenga un conocimiento básico de los solventes. Las impresiones complejas y difíciles tales como el trabajo de proceso y laminación subsiguiente serán exitosas y predecibles solamente cuando se aplica una tecnología de solventes sofisticada. La información sobre solventes que se deben utilizar también deben ser consultados al fabricante de las tintas, ya que ellos conocen las especificaciones y como las mismas pueden contener una mezcla de dos o más resinas que requieran diferentes solventes, debe cuidarse de mantener el balance apropiado entre ellos.

Como ya se discutió, las tintas se componen de pigmentos los cuales están dispersos o disueltos en una solución de resinas no volátiles, disueltas en solventes volátiles. En cierto sentido, el solvente es desperdicio necesario porque tiene que ser usado para darle fluidez a la tinta virgen y a los componentes sólidos de la misma, sin embargo será desperdicio porque se evapora después de que la tinta se seca en los diferentes sustratos utilizados en la impresión y prácticamente nunca hace parte del producto final.

Para obtener el mejor desempeño y economía en una tinta es necesario hacer una buena selección de los solventes. Algunas de las propiedades que se deben considerar son:

A) Solvencia: Un buen solvente solubilizará rápidamente la resina sólida, lo cual es un factor muy esencial para una buena impresión. La alta solvencia hace que se logre la viscosidad de impresión con la adición de una mínima cantidad de solvente. Esto está de acuerdo con las políticas de

bajo desperdicio y economía, y puede incrementar la imprimibilidad y el secado.

- B) Velocidad de secado: La impresión final debe contener un residuo de solventes mínimo. Los solventes residuales ablandan la película y esto puede causar desprendimiento de la tinta en los rollos por bloqueo, olor y laminación deficiente. La velocidad de secado es especialmente crítica en la impresión de múltiples capas en la cual un color es anclado sobre otro. La aceptación de un color sobre otro es mejor cuando la primera tinta es tan intensa, tan baja de viscosidad y tan seca como sea posible en el punto de impresión. Esto significa que se debe tener el primer color con el mayor secado y cada tinta sucesiva con secado más lento, siendo el último más lento de todos, pero no tanto que pueda causar bloqueo o retener los solventes.
- C) Olor: Si permanecen en la película de tinta algunos solventes pueden producir olor objetable. Olores de sustancias como el mercaptano o compuestos de azufre que se encuentran frecuentemente en hidrocarburos son rechazables, especialmente en empaques para alimentos. Ciertos desnaturalizantes del etanol, tales como aldehídos de alto punto de ebullición y cetonas, pueden causar problemas de olor.
- D) Seguridad: La mayoría de solventes orgánicos son un peligro de incendio. Observe los puntos de inflamación y los límites de explosión. Además algunos vapores de solventes son perjudiciales para la salud por encima de ciertas concentraciones.

5. CONTROL DE CALIDAD

5.1 Introducción

El control de calidad estadístico se inició aproximadamente en los años 30 con la aplicación industrial del cuadro de control del Dr. Shewhart. La Segunda Guerra Mundial se dice que fue ganada por medio de las técnicas de control de calidad y la utilización de la estadística.

Ciertos métodos estadísticos investigados, desarrollados y utilizados por las potencias aliadas, resultaron tan eficaces que estuvieron clasificados como secretos militares hasta el término de dicha guerra.

En el tiempo post guerra, se introdujeron a El Japón muchos métodos de control, pero ninguno comparable con el control total de la calidad; éste es un sistema que se apoya fuertemente en el recurso humano y se fundamenta en el nuevo concepto, del cliente interno, el cual se refiere al análisis de cada puesto de trabajo, de tal forma que cada individuo es cliente de la operación que le precede y proveedor de la que le sigue, y tiene como objetivo principal, la satisfacción tanto del cliente interno como el externo.

Dentro de esta filosofía, una forma eficaz de canalizar la energía del recurso humano, a través de grupos pequeños de trabajo denominados círculos de calidad o grupos de mejora, los cuales pueden encargarse de la búsqueda de soluciones de aquellos problemas comunes que se presentan.

Otro concepto de calidad total definido por el Dr. Kaoru Ishikawa como: diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y principalmente satisfactorio para el consumidor. Para alcanzar esta meta, es preciso que en la empresa todos promuevan y participe en el control de calidad, incluyendo a los altos ejecutivos, así como a todas las divisiones y departamentos de la empresa, que abarcan sin excepción a todos los empleados.

Las ventajas del control total de calidad son innumerables y entre ellas se pueden mencionar; alto nivel de satisfacción del trabajador, da una verdadera

garantía de calidad, no encontrando defectos y corrigiéndolos, sino encontrando las causas de éstos defectos; abre canales de comunicación dentro de la empresa y permite que los productos se ajusten a los requerimientos del cliente, etc. El control total de calidad funciona mejor donde existe confianza mutua entre la gerencia y sus empleados.

5.2 Concepto general de un sistema de calidad total

Un sistema de calidad total es la estructura de trabajo operativa acordada en toda la empresa y en toda la planta, documentada con procedimientos integrados, técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas y la información, de tal forma para lograr mejores métodos y prácticas de trabajo, y así asegurar la satisfacción del cliente.

Un sistema de calidad total debe contar con el compromiso de la dirección de la empresa por medio de una política de calidad, la actitud positiva del personal, el liderazgo de sus jefes, la colaboración con los clientes y proveedores, las herramientas estadísticas necesarias para la adecuada toma de decisiones.

El sistema de calidad total está sustentado en las bases siguientes: planeamiento, control estadístico y mejoramiento continuo.

5.2.1 Planeamiento

Sirve para definir las estrategias que se van a seguir, los procedimientos generales necesarios para definir las funciones y responsabilidades operativas esenciales, las cuales se plasman en el manual de calidad.

En el manual de calidad se define la documentación y manejo de todas las actividades de la empresa que comprende los aspectos de diseño, plan de abastecimiento, control de fábrica, entrenamiento y desarrollo, servicio al cliente, administración del programa, etc.

En la actualidad, aquellas empresas que necesitan reorganizarse para mantener su competitividad han adoptado la reingeniería como el precepto que las revitaliza.

La reingeniería en la empresa se traduce en la capacidad de transformación continua para crear una organización de alto desempeño competitivo.

El concepto de reingeniería de la empresa significa, dentro del nuevo contexto, rediseño o transformación radical acelerada de la organización de la empresa, la cual abarca el proceso de fabricación, la estructura de la empresa, los recursos humanos, la cultura de calidad, el clima organizacional, etc.

Es uno de los más recientes enfoques mundiales de gestión empresarial e industrial, para lograr en forma sostenible los niveles de competitividad requeridos, en un mercado donde compiten productos de distintas partes del globo.

5.2.2 El control estadístico

El control estadístico del proceso permite la verificación del cumplimiento de las especificaciones de los productos que se fabrican, utilizando herramientas estadísticas como histogramas, diagramas de dispersión y los cuadros y gráficos de control.

Estas herramientas son indispensables para el control de calidad y resuelven hasta un 95% de los problemas que en una empresa común se presentan, por ello son de gran utilidad.

5.2.3 Mejoramiento continuo

El mejoramiento continuo más que una técnica, es una actitud de toda persona o equipo de trabajo, que pertenece a una empresa inmersa en la calidad total. El actuar, sobre las causas fundamentales que logran el mejor desarrollo de su actividad, es el pensamiento permanente en todas las áreas de la empresa.

6. CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LA IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE

6.1 Aspectos generales

En este capítulo se listan una serie de defectos principales que se presentan en el proceso de impresión flexográfica base solvente, cómo se reconocen, sus causas probables y sugerencias para corregirlos.

Un defecto dado a menudo significa una o más causas. Cada posible causa debe ser analizada para llegar a las acciones correctivas adecuadas.

6.2 Clasificación y descripción de defectos

A continuación se presenta una tabla con los principales problemas y/o defectos que se presentan en la sala de prensas (proceso de impresión), cómo reconocerlos, las causas probables y el remedio sugerido.

Tabla II. Clasificación de defectos impresión flexográfica base solvente

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Adhesión, Tinta Pobre	<ol style="list-style-type: none"> 1. La tinta no se adhiere al material. 2. Falta la prueba de cinta. 3. Falta la prueba de ondulación. 4. Falta la prueba de frote. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fórmula de tinta inadecuada. 2. Tinta demasiado diluída. <p>Descomposición de resinas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Calor insuficiente, temperatura muy baja entre las estaciones. 4. Falta o tratamiento muy bajo en los materiales. 5. La superficie del material puede estar contaminada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegúrese que tiene la tinta adecuada para la clase y material procesado. 2. Restaure y mantenga la viscosidad en el punto óptimo. Agregue tinta fresca o barniz (resina nueva). 3. Aumente temperatura entre estaciones o flujo de aire. 4. Verifique la superficie del material (tratamiento) 5. Verifique con el proveedor del material si es aconsejable y efectivo aplicar un primer antes de imprimir.
* Sangrado	<p>Un color de abajo humedece uno que le cae encima.</p> <p>Colores difusos o que migran.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El color de abajo seca lentamente o el de encima cae muy rápido. 2. Efecto de algunos plastificantes de algunos materiales en las tintas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice solventes lentos o rápidos según se requiera (Los colores precedentes deben secar suficientemente para recibir los colores subsecuentes). 2. Evitar el uso de colorantes a base de anilinas

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Bloqueo	Adhesión indeseada entre dos superficies de una impresión o película impresa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secado de tinta inadecuado. 2. Solventes atrapados. 3. Presión excesiva en el rebobinador. 4. Ablandamiento del revestimiento o tinta aplicado. 5. Película impresa rebobinada muy caliente. 6. Película impresa con exceso de humedad en la superficie. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Balance adecuado de solvente (Mezclas) 2. Sistema de secado efectivo o balance de solvente 3. Reduzca tensión del rebobinador 4. Verifique que los solventes utilizados no atacan el revestimiento de la película impresa o sustrato. 5. Reduzca la temperatura de la máquina impresora entre estaciones o del túnel. 6. Evite rebobinar con exceso de humedad superficial en el rollo terminado.
*Resquebrajamiento	Material que se rompe cuando se flexiona	Exceso de calor en el sistema secador ocasionando que libere humedad y plastificadores del papel o película	<ol style="list-style-type: none"> 1. Controle la temperatura del túnel o entre estaciones. 2. Introduzca humedad después de la cámara o túnel de secado. 3. Dirija la banda a la cámara de rehumedecimiento. 4. Reduzca calor y aumente el volumen de aire en la cámara de secado
*Vibración	Líneas paralelas con falta de impresión.	Engranajes por debajo de la línea del diámetro primitivo	Ajustar el espesor de la plancha a la línea del diámetro primitivo

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Secado muy rápido	La tinta seca en las planchas o en los rodillos y no se transfiere a los materiales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso inadecuado de los solventes. 2. Movimiento de aire no controlado o restringido en la vecindad de las planchas y rodillos. 3. Se dejó de usar tapas en la bandeja o fuente de tinta 4. Tinta no adecuada para el material utilizado 5. Tinta seca en las planchas al iniciar la impresión 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar adecuadamente la mezcla de solventes 2. Balance adecuado entre los secadores. No permitir el movimiento excesivo de aire en la vecindad de las planchas o rodillos por ventiladores o ventanas abiertas, puertas, etc. 3. Utilizar tapaderas para las bandejas. 4. Seleccionar adecuadamente la tinta, una que tenga más capacidad de retención 5. Lavar las planchas después del OK de color y antes de correr a velocidad plena
* Secado muy lento	<ul style="list-style-type: none"> -Un color sangra en otro (decalque inadecuado). -La tinta se acumula o se transfiere a los rodillos de la máquina o a las planchas -Neutralización o bloqueo de tinta -Penetración de la tinta en el papel -Superficie de sobreimpresión pegajosa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de solventes inadecuados 2. Viscosidad de la tinta es muy alta 3. Sistema de secador inadecuado o desbalanceado 4. Selección inadecuada de tinta 5. Falta compuesto deslizante en la tinta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acelerar la velocidad de secado (solventes) 2. Controlar las viscosidades de las tintas. Medir cada 20 ó 30 minutos 3. Adecúe el sistema de secado de acuerdo a la velocidad de la máquina. 4. Selección adecuada de la tinta. 5. Agregue cera a la tinta.

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Barba	Filos irregulares como bandas alrededor de la impresión, usualmente en los lados frontales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presión inadecuada entre la tinta, rodillo de transferencia y la plancha. 2. La tinta se está secando en la plancha o en el anilox. 3. Ajuste inadecuado de la presión de contacto en el rodillo de tinta 4. Rodillos entintadores inadecuados 5. Viscosidad no controlada de la tinta 6. Pelusa que ha sido recogida del material sobre la plancha. 7. Electricidad estática 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modifique la presión entre el rodillo de transferencia de tinta y la plancha 2. Utilice la mezcla adecuada de solventes y tape la bandeja de tinta 3. Modifique la presión del rodillo en su punto de contacto 4. Seleccione rodillos entintadores adecuados para el material y el diseño que está imprimiendo 5. Mantenga la viscosidad adecuada de la tinta. Verifíquela lo más a menudo posible. 6. Limpie el polvo del material cuando sea necesario 7. Coloque barras eliminadoras de estática
* Banda o película de impresión ondulada	Ondulación sobre los bordes del material recubierto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ondulación hacia el lado revestido. 2. Ondulación en la otra dirección del lado revestido. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Humedad excesiva, introduzca calor en los bordes. Utilice pistolas de calor. 2. Falta de humedad, introduzca humedad en los bordes. Utilice una esponja húmeda.

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Embotamiento	Acumulación o exceso de tinta alrededor de la superficie de impresión de las planchas, especialmente con relación al tipo pequeño y a los puntos de la trama o separación de colores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Partículas del pigmento de tinta. 2. Materiales extraños en la tinta. 3. Tipo muy fino en el diseño, o en la selección del lineaje del anilox 4. Descomposición o precipitación del barniz o vehículo de los sólidos de la tinta causado por una absorción de humedad por el solvente en la película de tinta húmeda. 5. Demasiada presión 6. Rodillos de caucho demasiado suaves 7. Excesivo entintaje en la plancha 8. La tinta está secando muy rápido 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar tintas bien dispersas 2. Filtre la tinta 3. Verifique los diseños de impresión para determinar si son adecuados para el trabajo flexo, esto es con áreas suficientemente abiertas, y el tipo adecuado de letras, etc. 4. Modifique las presiones 5. Utilice rodillos de caucho un poco más duros 6. Seleccione un rodillo anilox más fino o con menos aporte de tinta 7. Si no cuenta con un rodillo anilox más fino, proceda a limpiar profundamente el que esté utilizando. 8. Utilice una mezcla de solventes más lenta o aumente la velocidad de la máquina.
* Impresión proceso plana o sin detalle	Falta de contraste en la impresión, brumoso, lechoso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Moldes y planchas pobres 2. Excesiva presión en la plancha 3. Viscosidad de la tinta demasiado baja 4. Contaminación de colores primarios 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modifique el piso de los moldes 2. Utilice mantilla autoadhesiva compresible de baja presión. 3. Eleve la viscosidad 4. Coloque tintas proceso nuevas

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Fantasmas	<p>Una imagen desvanecida de una plancha o de una porción de la plancha dentro de un sólido impreso</p> <p>Una imagen brumosa, descolorida de la impresión en las áreas no impresas de la película</p>	<p>1. Dos planchas en línea están siendo entintadas de la misma área del rodillo dosificador antes de que el re-entintaje o el rodillo dosificador puedan actuar</p> <p>2. El rodillo dosificador está siendo limpiado inadecuadamente</p> <p>3. Humedad o solvente atrapado en el rollo rembobinado y que migra en el reverso de la envoltura de la película</p>	<p>1. Cambie el diámetro del cilindro de plancha o cambie el diferencial de velocidad del rodillo de fuente al rodillo dosificador</p> <p>2. Limpie extensamente con una brocha adecuada</p> <p>3. Elimine el solvente adecuadamente, seque y reduzca la tensión</p>
* Halo	<p>Una línea indeseada que rodea la imagen impresa</p> <p>Impresión de doble borde</p>	<p>1. Exceso de presión entre la plancha y el material</p> <p>2. Planchas pobres o alistamiento pobre</p> <p>3. Lados encocados de la plancha</p> <p>4. El cilindro de planchas no tiene buena curvatura</p> <p>5. Soporte autoadhesivo demasiado delgado o demasiado firme</p>	<p>1. Modifique la presión de la plancha y la viscosidad de la tinta</p> <p>2. Modifique las planchas</p> <p>3. Elabore nuevas planchas y nueva moldura de la plancha o matriz, evite el pando</p> <p>4. Verifique el cilindro de plancha, los ejes o chumaceras y los piñones por desgaste</p> <p>5. Utilice un autoadhesivo compresible</p>

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Tinta gruesa- muy fuerte	Exceso de tinta en el rodillo anilox o en las planchas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solvente insuficiente o viscosidad alta 2. Ajuste inadecuado del punto de presión del rodillo entintador 3. Rodillos entintadores inadecuados para la transferencia de tinta 4. Desbalance del solvente 5. La cuchilla dosificadora del anilox desajustada 6. Anilox inadecuado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduzca la viscosidad de la tinta 2. Modifique la presión del punto de contacto del rodillo entintador 3. Consulte al fabricante de rodillos la especificación adecuada para la impresión en los materiales dados 4. Consulte a su formulador de tinta por la óptima mezcla de solvente 5. Ajuste la cuchilla dosificadora para que afeite el rodillo dosificador más limpiamente 6. Seleccione el rodillo anilox con un volumen de celdas más bajo o con más baja capacidad de transporte de tinta
* Arranque / Tinta	La primera tinta de abajo se está transfiriendo a las planchas subsiguientes	<ol style="list-style-type: none"> 1. El primer color está secando muy lentamente 2. El segundo color está secando muy rápido 3. El segundo color demasiado alto en viscosidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregue solventes más rápidos al primer color o incremente la temperatura del secador entre colores 2. Agregue solvente más lento al color sobreimpreso 3. Aumente la velocidad de operación

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Tinta débil-muy suave	Pérdida de la fuerza de color	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demasiado solvente o viscosidad de tinta demasiado baja 2. Ajuste inadecuado del punto de presión del rodillo entintador 3. Rodillos entintadores inadecuados para la transferencia de tinta 4. Rodillos anilox desgastados 5. Tinta asentada 6. Demasiado barniz reductor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregue tinta fresca y llévele a la viscosidad adecuada 2. Ajuste el punto de contacto del rodillo para permitir más tinta en el rodillo dosificador 3. Consulte al fabricante de rodillos la especificación adecuada para imprimir en los materiales dados 4. Reemplace con un nuevo rodillo anilox 5. Mezcle la tinta intensamente en el recipiente antes de agregarla a la máquina 6. Añada base de color concentrada
* Moaré	Patrón de puntos indeseables en el proceso de impresión fina (separación de colores)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lineaje de anilox muy similar al lineaje de la separación de colores en la plancha. Por ejemplo, un anilox de 165 LPI se ha utilizado con una plancha de 85 líneas con la posibilidad de causar moaré 2. Angulos inadecuados de la trama o separación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambie el anilox. Seleccione un número de líneas apropiado para el trabajo de tonos. 2. Verifique los ángulos recomendados para la lineatura de la plancha

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Jaspeado	<p>Aspecto moteado del sólido impreso</p> <p>Rayas intermitentes oscuras o coloreadas, usualmente en un color pálido</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tinta demasiado débil o demasiado diluída 2. Superficie de las planchas dispareja 3. Las paredes de la celda del rodillo anilox demasiado anchas 4. Partículas extrañas en la superficie de las planchas 5. Cilindros de impresión sucios 6. Materiales absorbentes disparejos 7. Superficie de la película o sustrato dispareja 8. Falta de tinta en el anilox 9. Tinta contaminada 10. Falta de flujo adecuado de tinta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregue tinta fresca y llévela a la viscosidad adecuada. Agregue barniz reductor para aumentar la pegajosidad 2. Rehaga las planchas si el aspecto jaspeado es evidente en la superficie. 3. Verifique la condición de desgaste de los anilox, reemplazándolo si es necesario. 4. Lave las planchas completamente 5. Limpie los cilindros de impresión completamente y déjelos libres de materiales extraños, tintas, ceras, etc. 6. Algunas veces las planchas suaves pueden ayudar; tintas más opacas también pueden ensayarse. 7. Se deben ensayar planchas más suaves 8. Ajuste con un solvente secador más rico o más lento 9. Limpie o filtre la tinta o reemplácela con tinta fresca

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Falta de Registro	Una parte del diseño no está correctamente posicionada con otro	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las planchas montadas incorrectamente, las planchas no se han montado en registro 2. Tensión incorrecta de la película o sustrato 3. Ajuste incorrecto de rodillos 4. Temperaturas excesivas en la máquina 5. Se dejó de centrar los compensadores de registro de la prensa antes de colocar el trabajo en la prensa 6. Los rodillos de arrastre de la prensa están corriendo intermitentemente 7. Prensa fuera de línea 8. Variaciones de calibre en el material que se está imprimiendo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudie el montaje de las planchas y los procedimientos de arreglo. 2. Estudie los procedimientos que involucran el equipo auxiliar, velocidad de máquina, tensiones de control de rembobinado. 3. Verifique el paralelismo de los rodillos y la presión constante de lado a lado, y la condición de desgaste del centro. 4. Reduzca la temperatura de los secadores. 5. Centre los compensadores de registro hacia delante, hacia atrás y laterales antes de manipular manualmente el registro del trabajo. 6. Libere todos los rodillos de transporte para que puedan voltear libremente, mecánicamente. 7. Verifique y registre el alineamiento de la prensa. 8. Cambie el material a imprimir

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Olor	Olor indeseable en el sustrato impreso	1. Los solventes retenidos	1. Balancee los solventes y verifique el solvente adecuado 2. Verifique la eficiencia del secador y las temperaturas 3. Aumente el secado entre colores 4. Reduzca la velocidad de la impresora
* Repinte	Transferencia de tinta al lado opuesto del material en el cual fue impreso	1. La tinta no está suficientemente seca para rebobinado 2. Solventes atrapados 3. Exceso de presión en el rollo 4. La película para impresión tratada en ambos lados de tal manera que la tinta toca las superficies opuestas tratadas 5. Las películas con plastificadores sujetas a migración, tal como alguna película de vinilo	1. Use solventes más rápidos. Modifique el secado entre colores. Reduzca la viscosidad de la tinta al mínimo aceptable 2. Reduzca la película de tinta al mínimo aceptable cambiando anilox 3. Reduzca la tensión del rebobinado 4. Evite exceso de presión en los rollos rebobinados; sobreimpresa con barniz de no bloqueo si es necesario
* Hinchamiento de la plancha	Dimensionalmente más larga y más blanda que cuando se montó al cilindro	1. La tinta o los solventes no son compatibles con las planchas de impresión	1. Verifique la tinta y los solventes que se están utilizando con sus proveedores

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Agujeramiento o pinholes	Huecos pequeños en el sólido impreso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Superficie física de algunos materiales 2. Deficiencia de la tinta al formar una película completa 3. Suciedad en el cilindro de impresión 4. La tinta se seca demasiado rápido 5. El anilox gastado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consulte su proveedor de material 2. Aumente el espesor de la película de tinta, verifique la impresión, la presión del rodillo anilox sobre la plancha y sobre la plancha en el material; agregue presión si el ajuste es muy débil. Agregue compuesto contra agujeramiento a la tinta. Si no se corrige llame al proveedor de tinta 3. Limpie profundamente los cilindros de impresión 4. Utilice un solvente más lento o aumente la velocidad de la máquina 5. Examine la condición del anilox y si es necesario realice prueba con uno más nuevo
* Descomposición de la tinta	Pérdida de fluidez, Coagulación	Excesiva humedad en la tinta debido al ambiente	Mantengan cubiertos los recipientes. Añada Normal propil acetato
* La tinta se separa o se rechaza	Coagulación y tixotropismo (como la descomposición)	Presencia del solvente incorrecto o exceso de solvente	Agregue un solvente verdadero de la resina utilizada en la tinta

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Transferencia pobre de tinta	Tinta insuficiente está siendo aplicada al material	<ol style="list-style-type: none"> 1. La tinta ha sido reducida con demasiado solvente 2. La tinta se está secando sobre las planchas 3. La superficie del material no es receptiva a la tinta 4. Presión inadecuada entre el rodillo entintador, el rodillo de transferencia y la plancha 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconstruya el tack y la fortaleza del color añadiendo tinta fresca o barniz o ambos 2. Retarde el secado con un solvente más lento o con un adelgazador. Consulte a su proveedor de tinta 3. Verifique la formulación de la tinta con su proveedor de tinta de acuerdo al material que esté utilizando; verifique el tratamiento del material 4. Ajuste y/o modifique las presiones
* Patrón de Cuadrícula	Un patrón definido de pequeños huecos aparece en la superficie del sólido impreso	<ol style="list-style-type: none"> 1. La tinta está secando demasiado rápido en el rodillo anilox y no se transfiere adecuadamente a la plancha de impresión 2. El rodillo anilox está desgastado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilice las tapas de la fuente. Retarde la velocidad de secado de la tinta. Ajuste la salida de los secadores entre colores. Modifique la mezcla de solventes 2. Examine la condición de desgaste de la superficie del anilox y reemplácelo por uno nuevo si es necesario

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Salto de la impresión	Áreas de la plancha que no imprimen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planchas pobres o desgastadas, mal revelado 2. La impresión se ha ajustado para que sea muy débil 3. Las unidades no se han asegurado 4. El cilindro de plancha “rebota” 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambie las planchas por unas nuevas 2. Modifique las presiones 3. Asegúrese de que las unidades de impresión estén firmemente enclavadas en su lugar 4. Verifique la concentricidad del cilindro de plancha y de los engranajes; el eje del cilindro de plancha para flexión; las chumaceras y los rodamientos para desgaste excesivo. Limpie los dientes de los engranajes
* Rayas o bandas	Burbujas oscuras o tenues de color en áreas indeseadas de la impresión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Partículas gelatinosas o no disueltas en la tinta 2. Planchas dispares 3. Burbujas de espuma están siendo impresas 4. Regueros de tinta que gotean en la película de impresión 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Filtre la tinta y limpie las planchas y el anilox 2. Cambie las planchas 3. Agregue antiespumante a la tinta 4. Verifique las guardas de arranque, los anillos de caucho de los tinteros y bandejas para sobreflujos, escapes
* Arrugas	Arrugas en la película de impresión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sustrato flojo 2. Desalineamiento del equipo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ponga una cinta en los rodillos al lado de la película 2. Ajuste los rodillos (alineación)

DEFECTO	CÓMO RECONOCERLO	CAUSA PROBABLE	REMEDIO SUGERIDO
* Rayas en la dirección de la banda	Líneas oscuras continuas a través de la impresión	1. Fuente dañada o rodillo anilox defectuoso 2. Rebabas en la cuchilla dosificadora o rasqueta	1. Un punto agudo en un anilox puede cortar el rodillo de fuente. Pula el anilox y lime las rayas del rodillo de fuente o cambie ambos 2. Pula o reemplace la cuchilla dosificadora o rasqueta
* La banda baila o aletea	La banda no sigue un curso verdadero a través de la prensa	1. La prensa está fuera de alineamiento 2. Un rodillo está fuera de alineamiento 3. Se ha recogido tinta, cintas o partículas extrañas en los rodillos de la prensa 4. Demasiado calor en la película, tal como para el polietileno 5. Las guías de la película no operan o no se ajustan adecuadamente 6. Problemas de calibre con el material	1. Verifique el alineamiento de la prensa 2. Verifique el alineamiento de los rodillos individuales 3. Limpie todos los rodillos 4. Reduzca la temperatura del túnel 5. Limpie las guías de la película regularmente de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Ajuste las guías de la película y posicione los centros para que la película se rembobine y desembobine de una manera uniforme en los ejes respectivos 6. Reemplace el rollo de material con uno nuevo

7. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA BASE SOLVENTE

7.1 Aspectos generales

Una simple visita a un supermercado nos recuerda que somos atraídos por las góndolas con mercancías cuyos empaques posean el mejor diseño gráfico. Lo refinado del proceso de impresión y las intrincadas líneas del diseño nos atraen. Muchos empaques son impresos, con diseños sencillos y reveladores que dan a conocer un nivel y grado de excelencia que inspiran confianza en el producto. En muchos casos el proceso de impresión de un empaque se toma como el anuncio de las virtudes de un producto.

En el punto de pago de un supermercado, el dependiente pasa el paquete sobre un scanner para leer el código de barras. Aquí, el trabajo de la impresión flexográfica base solvente debe ajustarse a los exigentes requerimientos técnicos del lector/láser el cual en efecto hace su propio juicio sobre la calidad de impresión. La mercancía es entonces colocada en una bolsa (que puede ser de papel o plástico) cuyo oficio es transportar el contenido y llevar el nombre o un mensaje promocional del almacén que regularmente también ha sido impreso por medio de un sistema flexográfico.

Cada uno de los productos adquiridos en un supermercado y que han sido impresos por flexografía tienen un nivel de calidad el cual deben cumplir. Comparar uno con otro no es justo porque cada nivel de calidad sirve para un propósito que es decidido entre el impresor y el cliente.

Para toda empresa dedicada a la Impresión Flexográfica Base Solvente que esté funcionando en la actualidad, es necesario que posea un sistema de control de calidad bien definido, ya que la industria que no sustente una calidad uniforme y consistente, no podrá subsistir en el mercado de competencia, debido a que el consumidor tiene la opción de buscar la calidad que desee. Aun con este precedente, algunas empresas del medio trabajan basadas en la experiencia tomando decisiones

referentes a la calidad de su producto sin bases firmes, lo cual conduce a numerosos conflictos entre el productor y el consumidor.

La ausencia de un sistema de calidad conduce a tener controles excesivos, desechos inútiles, trabajos superfluos de reparación, elevación de precios y una disminución del prestigio de las empresas, la cual no es inmediatamente mensurable, pero si determinante en el futuro.

Las empresas que reúnan datos relativos a la calidad de sus productos o a los métodos de fabricación, acumularán con mucha rapidez una abundante documentación, para lo cual es preciso disponer de antemano de un método que permita clasificar estos datos de una manera sistemática y representarlos por cifras significativas, siendo necesario en la industria moderna utilizar métodos de control estadístico de la calidad los cuales deben considerarse como un instrumento que pueda influir en las decisiones relacionadas con las funciones de especificación, producción e inspección.

Para lograr la mayor efectividad en su empleo, estas técnicas deben darse a conocer a un nivel de dirección que comprenda dichas funciones.

Funciones de especificación

- a) Definir el producto basado en lo que el consumidor espera de él
- b) Especificar claramente y por escrito cada una de las características que el producto posea
- c) Establecer tolerancias que permitan al producto cumplir con su diseño y que estén de acuerdo a la capacidad de su proceso

Funciones de producción

- a) Controlar las características del producto durante su proceso
- b) Ajustar el proceso en lo posible para que se cumplan las características de calidad del producto con el menor esfuerzo

Funciones de inspección

- a) Determinar los principales centros de inspección y la periodicidad con que deben realizarse dichas inspecciones
- b) Determinar el sistema más económico de inspección que proporcione el nivel de calidad deseado

Dentro de los aspectos más importantes en el control de calidad está la responsabilidad de obtener un producto que cumpla con las especificaciones establecidas, al menor costo posible.

7.1.1 Conceptos básicos del control estadístico de calidad

A) Gráficos de Control

Estos son una herramienta que sirve para determinar si un producto o proceso productivo está bajo control. El método estadístico, aplicado en los gráficos de control, consiste en tomar varias muestras de los productos del proceso, las cuales deben someterse a un examen de comparación respecto al patrón o estándar de calidad establecido; si se detectan variaciones significativas se procede a investigar y eliminar las causas.

Las características analizadas en un gráfico de control pueden ser determinadas por una variable o un atributo. Cuando una característica de calidad es mensurable o medible, se le denomina “variable”, y cuando la característica únicamente toma ciertos valores o categorías se le denomina “atributo”.

Dentro de los gráficos para el control de variables de mayor utilidad están: gráficos de promedios “X” y gráficos de rangos “R”, el primero sirve para analizar el comportamiento de una variable teniendo como finalidad el control de la tendencia central y el segundo tiene como objetivo el control de la dispersión de una variable.

Dentro de los gráficos para el control de atributos, los de mayor utilidad son: gráfico de control para la fracción defectiva “P” y el gráfico de control del número de defectos “C”; el gráfico “P” es de gran utilidad en la administración porque proporciona una visión rápida y clara del historial de la calidad de un producto y el gráfico “C” ayuda a la eliminación de defectos presentados en un producto, también es utilizado con mucha frecuencia en el análisis de la calidad de salida de un producto determinado.

En general, de los gráficos de control se pueden obtener conclusiones de cómo una operación del proceso se está haciendo inadecuadamente, falta de ajuste de una máquina, uso de materiales inadecuados, exceso de desperdicio, pérdida de tiempo en reajustes, exceso de artículos defectuosos y otras más. El principal

objetivo de los gráficos de control es mantener la calidad del producto dentro de límites aceptables y determinar las fuentes de ahorro que pueden existir en el proceso productivo.

B) Tolerancias

La variación en la calidad de un producto es inevitable, debido a los elementos utilizados en la obtención del mismo. Por tal razón, es necesario fijar ciertos límites de variabilidad, dentro de los cuales el producto es satisfactorio para los fines que fue diseñado.

Estos límites de confrontación de la calidad del producto y sus componentes, deben ser determinados por los diseñadores después de intensos estudios tanto de la performance como de la serviciabilidad del producto. A dichos límites se les denomina tolerancias, las cuales deben estar de acuerdo con las condiciones existentes de equipos, materiales, mano de obra y los demás elementos que conformen el proceso por medio del cual se obtiene el producto.

C) Planes de Muestreo

Estos se basan en aceptar o rechazar un lote de artículos terminados o en proceso, con base en un número de artículos defectuosos que se presentan en una muestra representativa de un lote, la cual es escogida completamente al azar. La inspección por muestreo no tiene como única finalidad evaluar la calidad del producto inspeccionado, sino que también incidir en las políticas de control de calidad.

7.2 Control de la Materia Prima

7.2.1 Introducción

Con raras excepciones, según las estadísticas, en cualquier actividad de manufactura los materiales son el costo más alto y representan al menos el 50%. Esto significa que se debe colocar especial énfasis en las técnicas y procedimientos de Control de Calidad durante la compra, recepción y evaluación de todos los materiales que se reciben. Identificar en este punto los posibles obstáculos, servirá para

incrementar la eficiencia de la planta y reducir el desperdicio de materiales y de tiempo.

Después de una rigurosa búsqueda los proveedores son elegidos de acuerdo a su disponibilidad, confiabilidad y calidad. La comunicación con el proveedor debe ser continua, ya que la información técnica recibida debe ser transmitida a la gente de producción y a los técnicos a fin de que sea utilizada en las máquinas.

El aseguramiento de calidad es cada vez más importante, y con tantas firmas compitiendo pueden resultar excesivo los costos de verificar la calidad y los materiales, por tanto la certificación de proveedores es cada vez más popular. Un proveedor es certificado cuando se asegura que cualquier producto que él envíe a la planta estará de acuerdo con las especificaciones requeridas.

El inicio de un programa de certificación de un proveedor comienza con una visita a su planta. Se le debe hablar al proveedor acerca de las capacidades y de las especificaciones de los materiales que se utilizarán en la empresa. La clave del éxito será el efectuar un acuerdo sobre las especificaciones y tolerancias, deben también acordarse el tipo de acciones que se deben realizar, así como también las características específicas a evaluar y el tipo de método de prueba a realizar. Una prueba inicial es esencial para revisar el desempeño actual y resolver las diferencias.

El proveedor deberá dar evidencia del control estadístico que esté efectuando y con cada despacho deberá enviar un certificado que debe estar de acuerdo con las especificaciones y tolerancias acordadas.

Revisiones periódicas del desempeño del proveedor servirán para verificar si el acuerdo está operando efectivamente. Con este tipo de programas funcionando, se puede entonces pensar en reducir el muestreo de inspección en la planta.

7.2.2 Muestreos, descripciones y definiciones

El sistema de control de calidad para la impresión flexográfica base solvente debe iniciar con el control de la recepción de la materia prima, en el cual se incluyen evaluaciones de las principales características. El control de calidad para la materia prima se basa en el plan de muestreo y aceptación de un lote y tomando en consideración los principales elementos mencionados en el capítulo 4 se plantea

realizar un control de calidad a dos de ellos, siendo éstos las tintas y los solventes; sin embargo también se menciona el procedimiento y criterio de aceptación de los sustratos que posteriormente se incluyen en las hojas de control de calidad del proceso de impresión.

El control de calidad aplicado a la recepción de las tintas y los solventes destinados al proceso de impresión flexográfico, tiene como objetivo la evaluación de las características de mayor importancia, utilizando para ello la inspección de muestras a las cuales se les aplica un determinado procedimiento de prueba. El resultado obtenido en el procedimiento de prueba debe compararse con las especificaciones acordadas con el suplidor para la aceptación o rechazo del lote respectivo.

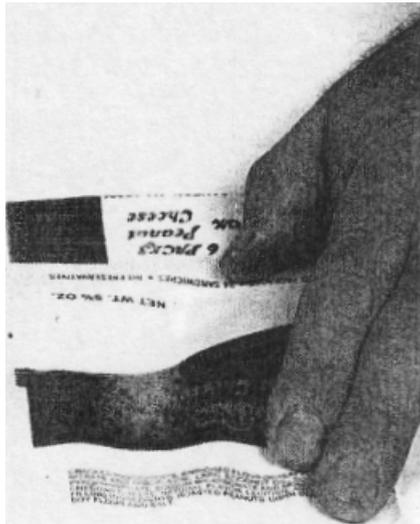
El lote consiste en una cantidad del mismo batch de producción de tinta de un color y tipo determinado, sobre el cual se desea obtener un resultado y en el caso de los solventes será evaluado en base a su densidad expresada en g/cm³, así como su velocidad de secado; en ambos casos se evaluarán comparativamente tomando de referencia los estándares establecidos en conjunto con los proveedores.

7.2.3 Procedimientos y criterios de aceptación o rechazo

- A) Sustratos. El método más sencillo para medir el nivel de tratamiento que tiene una película plástica que será impresa es a través de los marcadores o bien las soluciones químicas preparadas para tal efecto. Para que una tinta adhiera adecuadamente sobre un sustrato el valor de tratamiento deberá estar en un rango de 38 a 42 dinas/cm.
- B) Tintas. El primer requisito para una tinta es una adherencia adecuada al sustrato. Si ésta no es lo suficientemente buena, no podrá resistir las demandas normales del producto final. La prueba consiste en medir la fuerza de adherencia de la tinta al sustrato comparada con la fuerza de adherencia del adhesivo en la cinta a la superficie de la tinta y para esta prueba se emplea frecuentemente la cinta de Alta Pegajosidad No. 610 de 3M de una pulgada de ancho. Se coloca firmemente una tira de cinta de aproximadamente seis pulgadas de largo sobre un área impresa con la tinta evaluada como se indica en la figura 12. Se sujeta firmemente un

extremo de la cinta con el pulgar y el índice de una mano, manteniendo con la otra mano el sustrato sobre una superficie lisa y plana. Se arranca la cinta a un ángulo menor de 180 grados a una velocidad relativamente lenta.

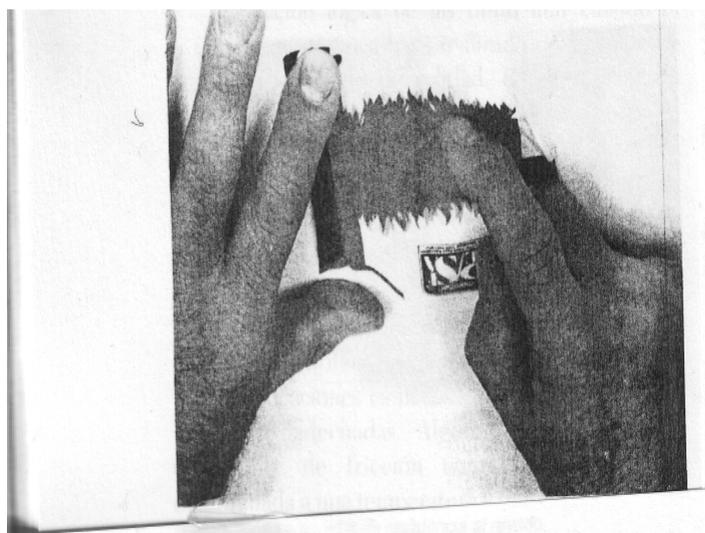
Figura 12. Prueba de adherencia



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 401

Luego tenemos la prueba de rasguño con la uña que determina la resistencia al rayado de la tinta impresa. La prueba del rasguño (Figura 13) se hace colocando una pequeña muestra impresa de la tinta evaluada sobre una superficie plana y elástica como el bloque de papel que se ve en la ilustración. Con la parte posterior de la uña del dedo índice se raya la superficie impresa con movimientos rápidos usando una presión moderada.

Figura 13. Prueba de resistencia al rayado



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 402

La prueba de resistencia al arrugado determina la flexibilidad de la película de tinta impresa y sus características de adherencia cuando se arruga. La prueba de arrugado (figura 14), se realiza tomando firmemente entre el pulgar y el índice de cada mano, un trozo del sustrato impreso, aproximadamente a media pulgada de distancia entre los pulgares. Las manos se acercan hasta que estén casi juntas y se giran rápidamente alrededor de diez veces, como si estuviera pedaleando en una bicicleta diminuta. Debe tenerse cuidado de no generar demasiado calor o de cortar la impresión con las uñas. En sustratos recubiertos es necesario determinar si la falla es adherencia de tinta o separación del recubrimiento y no se debe realizar esta prueba utilizando sustratos pesados o muy rígidos.

Una prueba muy importante es la tonalidad de las tintas y a pesar de que en la actualidad existen equipos sofisticados para realizar estas evaluaciones como los espectrofotómetros, los mismos son bastante caros por lo que una prueba empírica que nos indique la apariencia de las tintas implica tener en cuenta la tonalidad (color), la intensidad (fuerza), la luminosidad (claridad a oscuridad) y el brillo. Con tintas húmedas se pueden hacer impresiones en pequeño realizando extendidos (drawdown) con espátula o con barras, como se observa en la figura 15. Un extendido es una gota de tinta esparcida sobre un sustrato con una cuchilla rígida o una espátula de acero.

Figura 14. Prueba de resistencia al arrugado (twist)



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 401

Es importante mencionar que para tener una evaluación con menor error, los extendidos se deben realizar a viscosidades similares; en el anexo 1 se observan los equipos que se deben utilizar. El criterio de aceptación o rechazo se basará en la comparación con el estándar establecido de cada tinta evaluada y el mismo se deberá cambiar cada seis meses; por ser una

prueba subjetiva, el resultado dependerá mucho del criterio del supervisor de calidad que aplique.

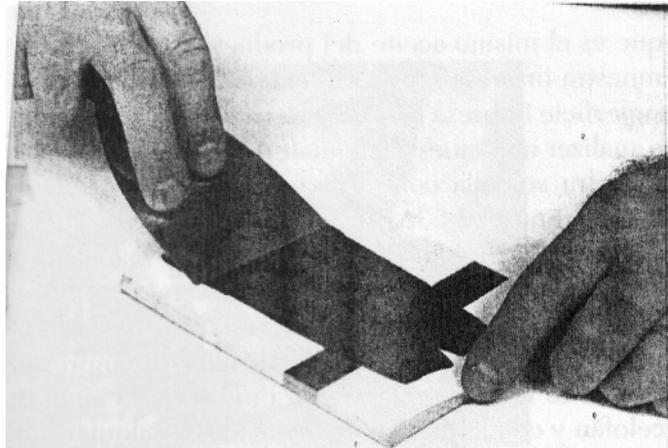
- C) Solventes. En este caso se plantea como evaluación básica la densidad expresada en g/cm³ y la velocidad de secado; en el primer caso se propone la utilización de un hidrómetro y en el segundo caso realizar un extendido comparativo sobre vidrio, evaluando comparativamente el secado (lote analizado vrs. estándar establecido). A continuación se presenta una tabla con algunas de las propiedades principales de los solventes más utilizados en nuestro medio, varios de los solventes anotados pueden causar problemas de toxicidad y no se recomienda su utilización, se incluyen sólo como perspectiva histórica.

Tabla III. Velocidades de secado solventes

TIPO DE SOLVENTE	EJEMPLOS	RATA DE SECAMIENTO	PESO MOLECULAR	GRAVEDAD ESPECIFICA
Alcoholes	Etílico	4.40	40	0.79
	Isopropílico	4.00	60	0.79
	N-propanol	2.29	60	0.80
Ésteres	Etil acetato	10.86	88	0.90
	Isopropil acetato	9.50	191	0.87
	N-propil acetato	5.78	215	0.89
Éteres	Cellosolve	1.06	90	0.93
Glicólicos	Dowanol PM	2.30	90	0.92

* La rata de secamiento tiene de referencia al agua=1

Figura 15. Prueba de evaluación de color



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 414

7.3 Control del proceso

7.3.1 Descripción y sistema de control

El proceso de la impresión flexográfica base solvente consiste principalmente en una serie de operaciones e inspecciones íntimamente relacionadas entre sí y las mismas se efectúan sobre la prensa o máquina impresora.

La creación de un sistema de control de calidad para la impresión flexográfica base solvente en la pequeña y mediana empresa obedece a los principales aspectos siguientes:

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

El diseñar un sistema de calidad que minimice los aspectos mencionados, se dificulta debido a la escasez de entrenamiento profesional y a las profundas tradiciones arraigadas en la confianza del artesano. Un buen sistema de control de calidad debe reorganizar las tradiciones empíricas y darles un giro adecuado que permita aplicar acertadas políticas de dirección, supervisión, operación e inspección.

El proceso de impresión generalmente es intermitente o sea que se producen varios pedidos diferentes en un período corto de tiempo; por la naturaleza del mismo,

cada pedido para su producción necesita de dos tiempos; el primero se le denomina tiempo de preparado o arreglo, y al segundo, tiempo productivo o tiraje. El tiempo de preparado es donde se efectúa una serie de operaciones e inspecciones para que la prensa sea ajustada y dejarla lista para imprimir.

En este tiempo, la inspección de calidad consiste en comparar los colores (verificando su tonalidad) con el estándar establecido; también debe verificarse el registro (tanto en textos, como líneas u otros elementos que contenga el diseño) etc. Después de efectuar constantes comparaciones con las especificaciones del impreso de tal forma que coincidan se debe de dar la aprobación para el inicio del tiraje (OK de arranque).

En el tiempo de preparado, no se efectúa ningún registro de control de calidad debido a que las unidades o metros impresos en dicho período son apartados y no forman parte de la producción; el material utilizado forma parte del desperdicio inherente al proceso.

El tiraje o tiempo productivo es donde la unidad impresora comienza a imprimir en forma continua. En este período se efectúan las inspecciones a las impresiones en forma aleatoria de acuerdo con las especificaciones.

7.3.2 Características y tolerancias

La inspección ha sido siempre la herramienta básica para medir la calidad. Los artículos son seleccionados, evaluados y se determina si se pasan o no. Tradicionalmente la tarea del personal de inspección ha sido la de prevenir el despacho al cliente de mercancía mala.

Un control de calidad exitoso empieza desde las primeras etapas de desarrollo de un producto, desde la maquinaria o desde la orden del cliente. Estableciendo por adelantado los estándares, tolerancias y métodos que puedan mantener esas medidas, será posible predecir métodos para ejercer el control y tomar acciones correctivas.

El que una empresa conozca la capacidad de su máquina significa que sabe qué puede esperar de ella cuando el rollo de un sustrato pasa a través de la prensa, que conoce cómo se va a transferir la imagen; cómo el control de tensión afecta la estabilidad dimensional, el registro de colores y la transferencia de tintas en el sustrato; el cubrimiento y secado de las tintas, las variaciones en los controles de la

prensa por uso de sustratos diferentes; la eficiencia del secado entre colores, la apariencia del color cuando hay exceso de tinta, y qué pasa con cada uno de estos factores cuando la prensa incrementa la velocidad.

Básicamente, la idea es aplicar ingeniería en el trabajo. Conocer qué puede hacer su equipo y entonces sí lanzar un programa de mantenimiento preventivo para obtener un desempeño con un nivel predecible.

La flexografía es famosa por ser capaz de imprimir sobre muchos materiales diferentes pero para ello se requieren especificaciones adecuadas a fin de identificar las características físicas y químicas de sustratos específicos, tintas y solventes. Especificaciones completas y muestras deben ser obtenidas de los proveedores a fin de tenerlas disponibles para el personal de impresión; esto es esencialmente importante cuando se usan nuevos materiales, tintas, solventes, etc.

Las características y tolerancias para el proceso de impresión flexográfica base solvente son infinitas porque dependerán del trabajo o empaque impreso realizado, es decir se establecen para cada trabajo en particular y de ser repetitivo se tendrá establecido un estándar a partir del trabajo original aprobado y/o autorizado por el cliente; por consiguiente se tendrá un archivo de control con las especificaciones del trabajo realizado la primera vez para cada impresión realizada como se plantea en el modelo propuesto.

7.3.3 Técnicas de control

Comenzando con las actividades de producción y terminando con la evaluación en el campo del producto final, los controles entre procesos deben ofrecernos una visión total de la calidad.

La investigación debe darnos las herramientas y técnicas para poder aplicar el trabajo de control de calidad en cualquier situación. Entre los procedimientos para efectuar control de proceso en flexografía están: la aprobación de la muestra inicial, el control visual a través del muestreo de la producción en la prensa para inspección en auditoría de la calidad de impresión, tanto en el producto final como en las operaciones subsecuentes.

Cada uno de estos procedimientos coloca ciertos límites en la libertad de las operaciones. Cada uno de estos procedimientos proporciona una retroalimentación

que se requiere para determinar un problema específico y efectuar las acciones correctivas mientras se minimiza el daño. Y cada uno de ellos es básico para completar los datos de control de calidad.

La efectividad de los procesos dependerá de que tanto la gente de operación y de control se ajuste al cumplimiento de los estándares. El éxito de la aplicación de los procesos de inspección y de auditoría depende en gran medida de lo oportuno y la importancia de los reportes. El diseño de los formatos y el procesamiento de datos se convierte entonces en clave para la comunicación de control de calidad.

7.3.4 Modelo de control de calidad propuesto

El punto central y tradicional del control de calidad de inspección es el departamento de impresión, ya que esto está de acuerdo con la forma como el producto se ha hecho y es ahí donde mucho puede hacerse para asegurar, determinar y auditar la calidad. Los controles en proceso incluyen la gente, los materiales y las máquinas, quienes conjuntamente elaboran el producto. El mayor énfasis está en determinar lo suficientemente rápido lo que está pasando en el proceso para prevenir errores costosos y la devolución de trabajos ya entregados. El tipo o número de personas asignadas debe estar en relación con el tamaño de la operación, el grado de cobertura deseada, los requerimientos técnicos, y el costo del control. A continuación se presentan las hojas de control de calidad sugeridas para el proceso de impresión flexográfico base solvente en las pequeñas y medianas empresas que actualmente operan en nuestro país.

A) Formato de control de calidad tintas (MP)

Tabla IV. Control de calidad para ingreso de tintas

Fecha: _____ **Proveedor:** _____ **Color:** _____

Código: _____ **Lote:** _____ **Cantidad (Kg.):** _____

PRUEBA	REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	OBSERVACIONES
Viscosidad (seg.)			
Densidad			
Tonalidad			
Intensidad			
Brillo			
Adherencia			
Roce (Rayado)			
Frote (Arrugado)			

Elaborado por: _____ **Firma:** _____

B) Formato de control de calidad solventes (MP)

Tabla V. Control de calidad para ingreso de solventes

Fecha: _____ **Proveedor:** _____ **Solvente:** _____

Lote: _____ **Cantidad (Kg.):** _____

PRUEBA	REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	OBSERVACIONES
Densidad (g/cm ³)			
Velocidad de Secado			

Elaborado por: _____ **Firma:** _____

C) Formato de control de calidad proceso de impresión (proceso)

Una parte importante en el proceso de impresión flexográfica base solvente es el estándar de colores que es esencial para el flexógrafo o impresor. Los estándares deben tener un mínimo o tono más claro y un máximo o variación más oscura, en medio de los cuales debe estar el color que el cliente quiere. La sugerencia es que para cada trabajo impreso debe existir una carta de color autorizada por el cliente (Figura 16), ya que el uso de estos estándares también hará que sea mínima la variación entre órdenes repetitivas de un mismo diseño. Los colores aprobados o de arranque deben ser mantenidos a través de todo el tiempo que esté la prensa trabajando.

Tabla VI. Control de calidad en el proceso de impresión

Fecha: _____ **Cliente:** _____ **Prensa No.:** _____

Material: _____ **Calibre:** _____ **Prensista:** _____

COLOR (Secuencia)	RODILLO ANILOX (Lineaje/Volumen)	MEZCLA DE SOLVENTES	VISCOSIDAD DE IMPRESIÓN STD.

No. Bobina	1	2	3	4	5	6	7	8
Hora								
Tratamiento								
Colores (Min/Est/Max)								
Adherencia de Tintas								
Roce (Rayado)								
Velocidad Impresora (m/min)								
Viscosidad Color 1 (Segundos)								
Viscosidad Color 2 (Segundos)								
Viscosidad Color 3 (Segundos)								
Viscosidad Color 4 (Segundos)								
Viscosidad Color 5 (Segundos)								
Viscosidad Color 6 (Segundos)								
Temperatura Horno								
Temperatura Estaciones								

Observaciones: _____

Figura 16. Carta estándares de color en impresión



Fuente: Frank N. Siconolfi Flexografía Principios y Prácticas Página 503

D) Formato de Control de Calidad de Defectos (Proceso)

Una parte importante en el proceso de control de calidad es atacar las causas que generan los rechazos, para lo cual se propone elaborar un gráfico que presente en forma numérica los defectos más comunes encontrados para cada máquina de impresión con el objetivo de analizarlos en forma mensual con todo el equipo de trabajo buscando soluciones para minimizarlos y/o erradicarlos. En el formato propuesto, se han colocado los defectos que más se repitieron en el trabajo de campo realizado en las tres empresas seleccionadas para el estudio, sin embargo se puede iniciar con un formato completamente en blanco para realizar un diagnóstico en cada máquina y/o empresa. Con la recopilación de todas las boletas de control, se procede a construir la tabla del mes analizado y luego el gráfico.

Tabla VII. Control de calidad de defectos

Fecha: _____

Prensa No.: _____

Turno de Trabajo	Defectos por rebaba	Defectos por embotamiento	Defectos por Tinta intensa	Defecto por Registro	Otros (especificar)
TOTALES					

Observaciones:

7.4 Modelo Práctico

7.4.1 Control de calidad de materia prima y del proceso

A continuación se presentan los cuadros de control sugeridos tomando de referencia los datos obtenidos en la empresa XYZ.

Tabla VIII. Control de calidad para ingreso de tintas

Fecha: *24-Jun-07*

Proveedor: *ABC*

Color: *Blanco*

Código: *000001*

Lote: *1019990*

Cantidad (Kg): *230 Kg.*

PRUEBA	REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	OBSERVACIONES
Viscosidad (seg.)	<i>15" Z#3 +/- 5</i>	<i>17" Z#3</i>	
Densidad			
Tonalidad	<i>Comparativa</i>	<i>Aprobado</i>	
Intensidad	<i>Comparativa</i>	<i>Aprobado</i>	
Brillo	<i>Comparativa</i>	<i>Aprobado</i>	
Adherencia	<i>Comparativa</i>	<i>Aprobado</i>	
Roce (Rayado)	<i>Comparativa</i>	<i>Aprobado</i>	
Frote (Arrugado)	<i>Comparativa</i>	<i>Aprobado</i>	

Elaborado por: *Juan Pérez*

Firma: *JP*

Tabla IX. Control de calidad para ingreso de solventes

Fecha: 24-Jun-2007 **Proveedor:** DEF **Solvente:** Alcohol Etilico

Lote: AE000001 **Cantidad (Kg.):** 380 Kg.

PRUEBA	REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	OBSERVACIONES
Densidad (g/cm ³)	0.79+/-0.01	0.79	
Velocidad de Secado	Comparativa	Aprobado	

Elaborado por: Juan Pérez **Firma:** JP

Tabla X. Control de calidad en el proceso de impresión

Fecha: 24-Jun-2007 **Cliente:** Alimentos Chinos **Prensa No.:** 1

Material: Poli Transp. Calibre: Std. **Prensista:** Horacio Santos

COLOR (Secuencia)	RODILLO ANILOX (Lineaje/Volumen)	MEZCLA DE SOLVENTES	VISCOSIDAD DE IMPRESIÓN STD.
1. Blanco	150 LPI / 8 BCM	80/20 Etanol/NPA	20" Z#2
2. Amarillo Pr.	220 LPI / 6 BCM	80/20 Etanol/NPA	24" Z#2
3. Naranja 021	220 LPI / 6BCM	80/20 Etanol/NPA	24" Z#2
4. Rojo Cálido	180 LPI / 6.5 BCM	80/20 Etanol/NPA	26" Z#2
5. Negro	300 LPI / 4 BCM	80/20 Etanol/NPA	25" Z#2

No. Bobina	1	2	3	4	5	6
Hora	7:30	9:30	11:20	13:15	15:45	17:55
Tratamiento (dinas/cm)	38	38	38	38	38	38
Colores (Min/Est/Max)	Min	Est	Est	Max	Est	Est
Adherencia de Tintas	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Roce (Rayado)	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Velocidad Impresora (m/min)	75	85	80	80	75	80
Viscosidad Color 1 (Seg Z#2)	20	21	21	23	21	21
Viscosidad Color 2 (Seg Z#2)	22	23	23	25	24	23
Viscosidad Color 3 (Seg Z#2)	22	23	23	26	23	23
Viscosidad Color 4 (Seg Z#2)	25	24	24	27	24	24
Viscosidad Color 5 (Seg Z#2)	24	25	25	25	25	25
Temperatura Horno	85	85	85	85	85	85
Temperatura Estaciones	75	75	75	75	75	75

Tabla XI. Control de calidad de defectos

Fecha: 2-Jul-2007

Prensa No.: 1

Turno de Trabajo	Defectos por rebaba	Defectos por embotamiento	Defectos por Tinta intensa	Defecto por Registro	Otros (especificar)
1	3	2	1	1	
2	4	2	1	2	
TOTALES	7	4	2	3	

Observaciones: _____

Tabla XII. Control de calidad de defectos mensual

Mes: Julio 2007

Prensa No.: 1

Fecha (Día)	Defectos por rebaba	Defectos por embotamiento	Defectos por Tinta intensa	Defecto por Registro	Otros (especificar)
2	7	4	2	3	
3	3	1	0	1	
4	2	0	1	1	
5	2	1	2	2	
6	4	2	2	2	
9	6	3	2	2	
10	4	2	2	1	
11	3	0	0	1	1 fantasma
12	3	2	2	1	1 pinhole
13	1	0	2	2	
16	4	2	1	1	
17	3	1	3	3	
18	3	3	2	2	1 fantasma
19	5	2	0	0	2 fantasma
20	4	1	1	1	
23	6	3	3	3	1 pinhole
24	2	0	1	1	
25	3	2	0	0	
26	1	2	2	2	2 pinhole
27	1	1	0	1	
30	3	2	1	2	
31	2	0	0	1	
TOTALES	72	34	29	33	8

Figura 17. Gráfico tabla XII

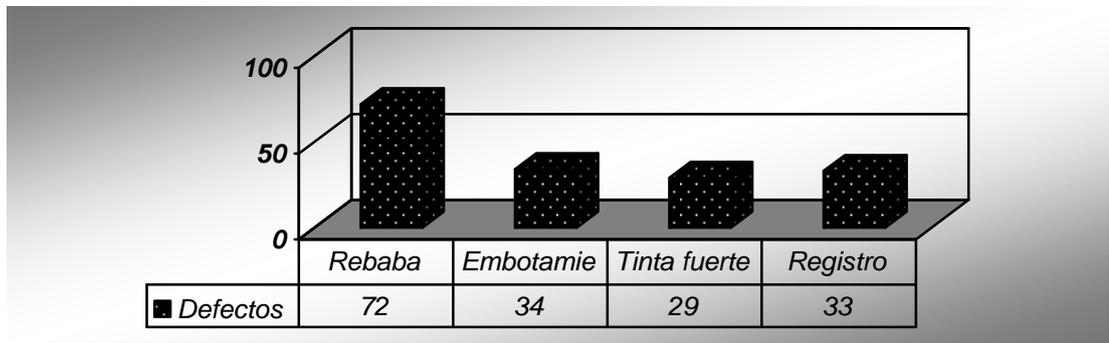


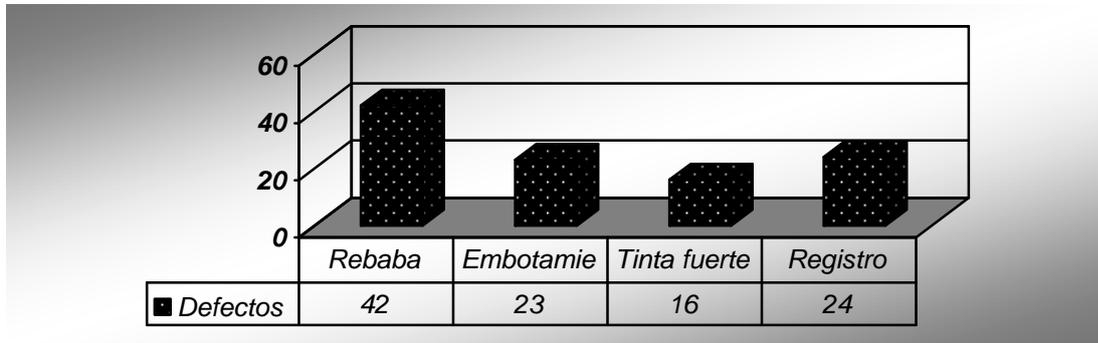
Tabla XIII. Control de calidad de defectos mensual

Mes: Agosto 2007

Prensa No.: 1

Fecha (Día)	Defectos por rebaba	Defectos por embotamiento	Defectos por Tinta intensa	Defecto por Registro	Otros (especificar)
1	4	2	1	2	
2	2	1	0	1	
3	1	0	0	1	1 pinhole
6	0	1	1	1	
7	3	1	1	2	
8	4	2	1	0	
9	3	1	1	1	
10	2	0	0	1	
13	0	1	1	1	
14	1	0	1	2	
16	4	1	1	1	1 pinhole
17	1	1	2	1	
20	1	2	1	2	
21	2	2	0	0	
22	3	1	1	1	
23	3	3	1	1	
24	3	0	1	1	1 pinhole
27	1	0	0	0	
28	1	1	1	2	
29	1	1	0	1	
30	2	2	1	2	1 fantasma
TOTALES	42	23	16	24	4

Figura 18. Gráfico tabla XIII



CONCLUSIONES

1. Las principales variables del proceso de impresión en la Industria Flexográfica Base Solvente, de las pequeñas y medianas empresas en Guatemala que influyen directamente en la calidad final de los productos impresos son: El Sustrato, Las Tintas y Los Solventes.
2. En las pequeñas y medianas empresas de Guatemala dedicadas a la producción de empaques flexibles e impresos en general se presentan como principales defectos durante el proceso de Impresión Flexográfica Base Solvente la barba o rebaba, el embotamiento y tinta muy fuerte o intensa que están directamente relacionados con el manejo inadecuado de las tintas y sus solventes.
3. El diseño de Control de Calidad propuesto puede ser implementado en un máximo de 4 semanas.
4. En los dos meses de aplicación práctica del sistema de control de calidad propuesto se logró reducir el número de defectos totales en un 38 %.
5. El equipo mínimo de laboratorio para la implementación del sistema de control de calidad propuesto es: kit de barras para arrastres, copa zahn #2, medidor de densidad, marcadores para evaluar tratamiento y cronómetro con una inversión aproximada de US\$1000.00.

RECOMENDACIONES

1. Se debe proceder con la calificación de proveedores, solicitando los respectivos certificados de calidad de los materiales.
2. Evaluar la posibilidad de contratar un supervisor de control de calidad que sea responsable del funcionamiento del sistema implementado.
3. Para una mejor evaluación de colores y tener mayor consistencia se puede implementar el uso de un densitómetro en el departamento de impresión, así como una cabina de luz.
4. Cuando se corrija un defecto o problema encontrado en el proceso asegúrese de registrar las condiciones de operación actuales (viscosidades, temperaturas de secado, tensión, etc) para que si la acción tomada no sirve, pueda volver a las condiciones iniciales antes de ensayar otra cosa. Hacer una sola corrección a la vez para saber cuál fue la variable que incidió en la solución real del problema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Allaire, Adrian. **Manual de Entrenamiento Para Personal de Ventas.** (El Salvador: s.e., s.a.) p. 120, 160.
2. Cusdin, George, “Incrementando el control del proceso”, **Revista Flexo Español**, 10 (2): 26-35. 1995.
3. Gengler, Pat, “Equipo de tratamiento corona para el impresor flexográfico”, **Revista Flexo Español**, 9 (3): 52-55. 1994.
4. Heusch, Christian, “Entendiendo la tensión superficial”, **Revista Flexo Español**, 10 (2): 54-56. 1995.
5. Liezert, Stephen, “Nuevos desafíos en rodillos anilox / fácil limpieza”, **Revista Flexo Español**, 10 (2): 36-41. 1995.
6. Lucía Martínez de Navarrete. Seminario Técnico El Proceso Flexográfico, 2004. Comunicación personal.
7. Lucía Martínez de Navarrete. Seminario Técnico Tintas Base Solvente, 2004. Comunicación personal.
8. Reese, Dannis, “Desafíos a vencer al imprimir películas plásticas para empaques”, **Revista Flexo Español**, 9 (3): 32-34. 1994.
9. Siconolfi, Frank y otros. **Flexografía, Principios y Prácticas.** (4ª. Edición; Estados Unidos: s.e., 1991) p. 7-32, 203-425, 494-516.
10. Vitola Zamora, Carlos Salvador. Elementos de la impresión litográfica offset y su control de calidad. Trabajo de graduación Ingeniero Mecánico Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1995 p. 1-7

ANEXO 1 (Equipos de Laboratorio)

Figura 19. Copas Zahn para medir viscosidad de tintas

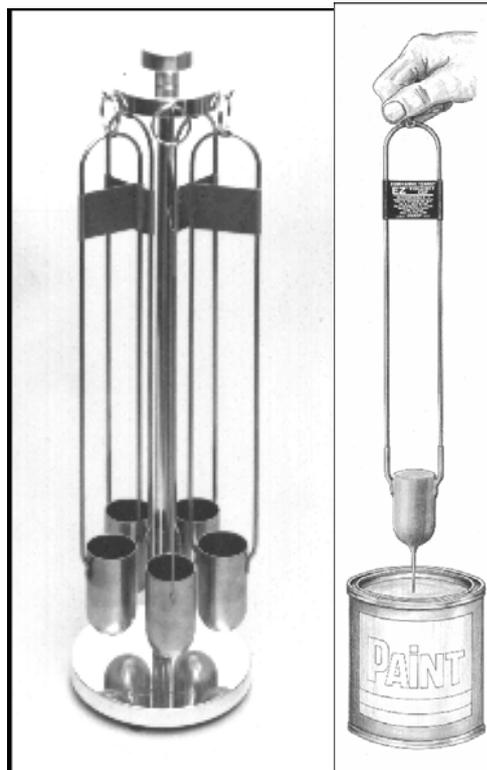


Figura 20. Cronómetro digital para tomar tiempos en copas Zahn

