

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS DE LENTO MOVIMIENTO  
EN UNA FÁBRICA DE TINTAS FLEXOGRAFICAS”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**VICTOR JAVIER MIRALLES MIRALLES**

**LIMA – PERÚ**

**2015**

## **RESUMEN**

Los productos de lento movimiento (PLM) son tintas y semi elaborados rechazados por control de calidad, tintas vencidas y devoluciones por reclamo de clientes, no se pueden comercializar y ocupan espacio en almacenes. El proceso de recuperación de PLM tiene el propósito de convertirlos en productos comercializables o darles valor de uso.

El método para recuperar PLM consiste en reformular tintas usando como herramientas el balance de masa y pruebas de control de calidad a las tintas reformuladas. El proceso cumplió con el objetivo de reducir el volumen de PLM, luego de los dos primeros años de funcionamiento se redujo el 50% de productos.

En el tercer año de funcionamiento la recuperación fue menor, por esta razón se propuso aplicar mejoras al proceso: fabricar compositos y simplificar el proceso de reformulación de tintas, estas mejoras tienen la finalidad de recuperar la eficiencia del proceso.

## INDICE

<b>I. INTRODUCCION</b>	4
1.1. Objetivos	5
1.2. Alcance	5
<b>II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TECNICAS</b>	6
2.1. Flexografía	6
2.1.1. Aplicación de la Flexografía	6
2.1.2. La Máquina Flexográfica	7
2.1.3. El Sistema Entintador	9
2.1.4. Los Rodillos Anilox	10
2.2. Tintas Flexográficas	13
2.2.1. Tipos de Tinta	13
2.2.2. Productos de Lento Movimiento (PLM)	14
2.3. Componentes Básicos de una Tinta	14
2.3.1. Aditivos	14
2.3.2. Resinas	15
2.3.3. Pigmentos	16
2.3.4. Solventes	22
2.4. Proceso de Fabricación de una Tinta Flexográfica	25
2.4.1. Pesado	25
2.4.2. Molienda	25
2.4.3. Dispersión	28
2.4.4. Control de Calidad	29
2.4.4.1. Pruebas que se Realizan en Control de Calidad	31
2.4.5. Envasado	34
<b>III. RECUPERACION DE PRODUCTOS DE LENTO MOVIMIENTO</b>	36
3.1. Descripción del Proceso de Recuperación de PLM	38

3.1.1. Prueba de Compatibilidad	38
3.1.2. Reformulación usando Balance de Masa	41
3.1.3. Ensayo de Laboratorio y Control de Calidad	44
3.2. Otros usos para Productos de Lento Movimiento	44
3.2.1. Pintura de Mantenimiento Industrial	45
3.2.2. Tintas de Bajo Costo	49
3.2.3. Productos sin Valor de Uso (Castigo)	51
3.3. Análisis de Resultados del Proceso de Recuperación de PLM	52
3.3.1. Propuestas para mejorar el Proceso	56
<b>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>57</b>
4.1. Conclusiones	57
4.2. Recomendaciones	57
<b>V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>58</b>
5.1. Bibliografía	58
5.2. Fuentes Electrónicas	58

## **I. INTRODUCCION**

Los productos de lento movimiento (PLM) son tintas Flexográficas, en el desarrollo de conceptos se presenta la definición de flexografía, los tipos de tinta, componentes de una tinta y proceso de fabricación de tal manera de introducir al lector en el mundo de la tintas Flexográficas.

Los productos de lento movimiento (PLM) tienen valor contable, sin embargo no se pueden comercializar, en años anteriores no se le dio importancia a estos productos, por esta razón fueron acumulándose hasta convertirse en un problema.

La recuperación de PLM es importante porque permite utilizar productos que estaban almacenados y no tenían valor comercial. El proceso de recuperación consiste en reformular tintas incluyendo en la nueva fórmula un porcentaje de estos productos.

En el proceso se determinara la compatibilidad entre dos tintas una tinta original (TO) y una tinta PLM, si hay compatibilidad se reformulara usando balance de masa, esta reformulación será ensayada en laboratorio y se realizará control de calidad a la reformulación para asegurar la calidad de la tinta.

Si la prueba de compatibilidad es negativa se formulara con estos PLM productos alternativos como: pintura de mantenimiento industrial la que se usara en el pintado de las instalaciones de la planta Tintas Graficas Vencedor y tintas de bajo costo las cuales serán comercializadas por el área de Ventas.

El informe describe el proceso de recuperación de PLM, muestra los resultados obtenidos en tres años de aplicación del proceso y propone mejoras para hacerlo más eficiente.

### **1.1. Objetivos**

- Describir el proceso de recuperación de PLM (productos de lento movimiento) en una fábrica de tintas flexográficas.
- Identificar y recomendar mejoras en el proceso de recuperación de PLM para hacerlo más eficiente.

### **1.2. Alcance**

El mercado peruano de tintas flexográficas es competitivo, la empresa Tintas Graficas Vencedor es líder en el mercado peruano y sus clientes directos llamados convertidores son muy exigentes y solicitan tintas hechas a la medida de sus requerimientos.

Las tintas base agua son impresos sobre papel y cartón, las líneas de tinta al agua son formuladas con una estructura similar lo que permite que se puedan mezclar entre sí (son compatibles).

Las tintas base solvente son impresos sobre una diversidad de películas plásticas los cuales tienen diferentes características, las líneas de tintas base solvente son formuladas con estructuras diferentes al mezclar estas tintas puede producirse una incompatibilidad.

A lo largo de los años se fueron acumulando tintas base solvente y tintas base agua que no pasaron el control de calidad, los esfuerzos para recuperarlos no fueron efectivos (las prioridades fueron la investigación y la producción), esto generó que se tengan almacenados productos que no se podían comercializar y ocupaban espacio. Con la finalidad de dar solución a este problema se pone en práctica el proceso de recuperación de productos de lento movimiento. La mayor cantidad de PLM es tinta base solvente por esta razón en el desarrollo del tema los casos presentados de recuperación de productos son de este tipo.

## II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TECNICAS

### 2.1. 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.

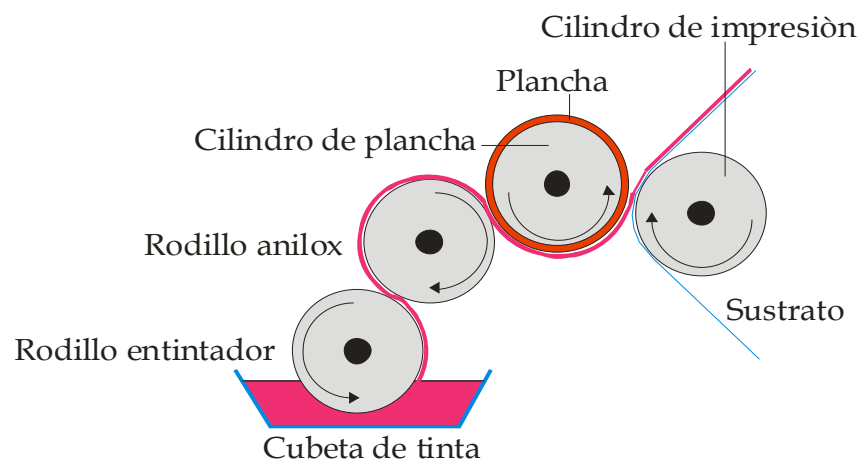


Figura 1: Impresión Flexográfica.

Fuente: Editado de <http://lavitadicora.blogspot.com/2014/05/1-sistema-de-impresion-por-relieve.html>

#### 2.1.1. Aplicación de la Flexografía

Este tipo de impresión se adapta perfectamente a diferentes tipos de sustratos, entre ellos tenemos los absorbentes y los no absorbentes.

- Sustratos absorbentes.-** Los celulósicos rígidos (cartón ondulado) o los celulósicos no rígidos (papel, cartón plegadizo). En ellos se puede imprimir: bolsas y sacos de papel, etiquetas autoadhesivas, cajas de cartón corrugado, servilletas, pañales papel toalla.
- Sustratos no absorbentes.-** Los plásticos (polietileno, polipropileno, PVC, PET etc.). En ellos se puede imprimir: Sacos tejidos y laminados de polipropileno, películas plásticas para envasar alimentos (galletas, caramelos, yogurt, leche,

productos congelados), otros productos (Detergente, urea, alimentos para mascotas).



Figura 2: Sustratos absorbentes impresos por Flexografía.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3: Sustratos no absorbentes impresos por Flexografía.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.2. La Máquina Flexográfica

Tenemos 3 tipos de acuerdo a la disposición de los grupos impresores (en Perú la maquina más usada es la de tambor central):



- a) En línea.- Los grupos impresores son unidades completas e independientes situados horizontalmente uno a continuación del otro. Las maquinas en línea de banda estrecha se usan para la impresión de etiquetas autoadhesivas y cajas de cartoncillo.

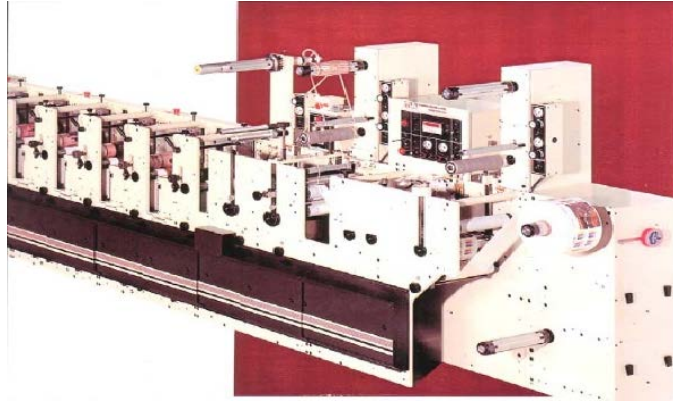


Figura 4: Maquina en línea de banda estrecha.

Fuente: Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/52256471/La-Flexografia>

- b) En torreta (Stack).- los grupos impresores están situados a uno o ambos lados de la estructura de la máquina. Este tipo de maquina está limitada para mantener el registro con soportes muy flexibles y delgados.

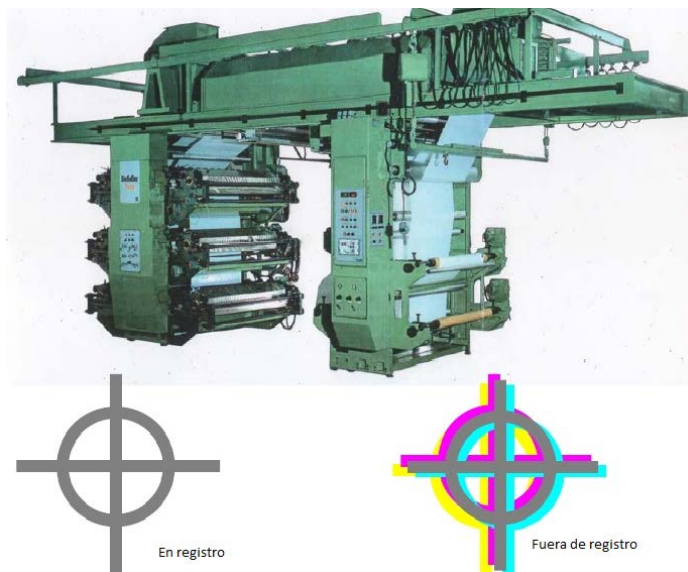


Figura 5: Maquina en torreta (Stack).

Fuente: Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/52256471/La-Flexografia>

- c) Tambor Central.- Tiene todos los grupos impresores alrededor de un mismo cilindro de contrapresión o tambor central. Esta configuración le permite mantener un registro perfecto de todos los colores incluso en soportes muy flexibles y delgados.

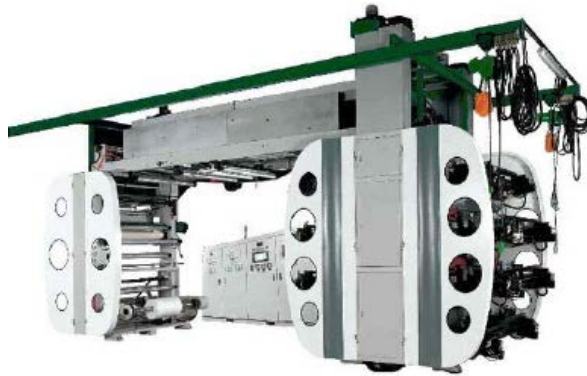


Figura 6: Maquina de Tambor central.

Fuente: Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/52256471/La-Flexografia>

### 2.1.3. El Sistema Entintador

Tiene la misión de controlar la cantidad de tinta que está siendo entregada a la plancha de impresión y consecuentemente al sustrato.

Los sistemas que tienen una cuchilla o rasqueta la cual se apoya en el anilox, tienen la función de: rasqueta positiva (elimina el exceso de tinta), rasqueta negativa (ayuda al anilox a dosificar en forma constante y uniforme la cantidad de tinta).

En el sistema de cámara cerrada la rasqueta negativa dosifica la cantidad de tinta y la positiva elimina el exceso y mantiene la tinta dentro de la cámara, de esta manera se logra menor evaporación de solventes en la tinta en comparación con los otros sistemas entintadores.

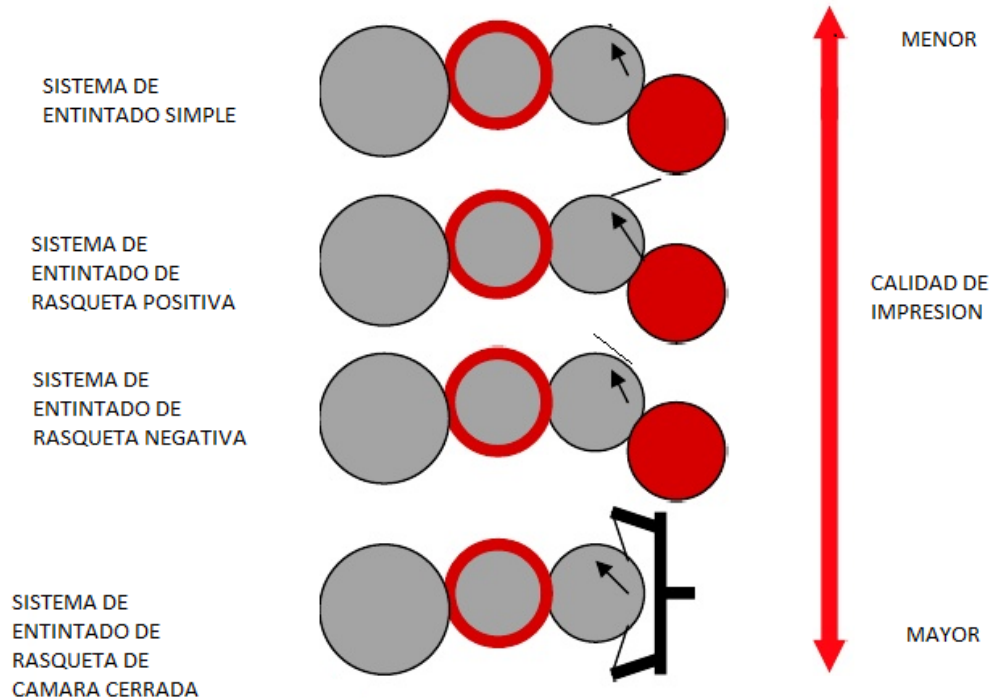


Figura 7: Tipos de Sistema Entintador.

Fuente: Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/52256471/La-Flexografia>

#### 2.1.4. Los Rodillos Anilox

La función del rodillo anilox es la de transferir un volumen de tinta controlado y uniforme sobre la superficie de la plancha. La superficie completa del rodillo anilox está grabada con un patrón uniforme de celdillas. Existen 2 tipos:

- a) Anilox Cromados.- Grabados mecánicamente sobre una carcasa de acero recubierta de cobre, los alveolos son grabados por penetración de una moleta que corresponde a la forma requerida (pirámide invertida, cuadrangular, tri-helicoidal, hexagonal) luego son recubiertos de cromo. Estos anilox solo se pueden usar con rodillo entintador de caucho.

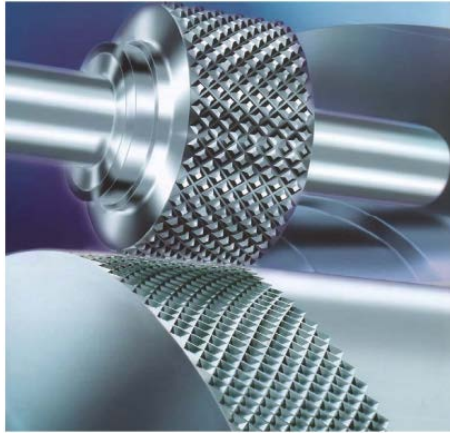


Figura 8: Rodillo Anilox Cromado.

Fuente: Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/52256471/La-Flexografia>

- b) Anilox Cerámicos.- Cilindro de acero revestido de óxido de cromo, el grabado de los alveolos se realiza por impulsos de rayo láser y generalmente las celdas se caracterizan por tener formas redondeadas.



Figura 9: Rodillo Anilox Cerámico.

Fuente: Recuperado de [http://www.gallus-group.com/es/DesktopDefault.aspx/tabid-367/533\\_read-1509](http://www.gallus-group.com/es/DesktopDefault.aspx/tabid-367/533_read-1509)

Son 2 los parámetros que definen al anilox y su capacidad de entintado:

- a) Volumen de los alveolos.- El volumen de los alveolos de un rodillo anilox indica el consumo de tinta teórico en  $\text{cm}^3$  con impresión de toda la superficie de  $1 \text{ m}^2$  (capacidad volumétrica).

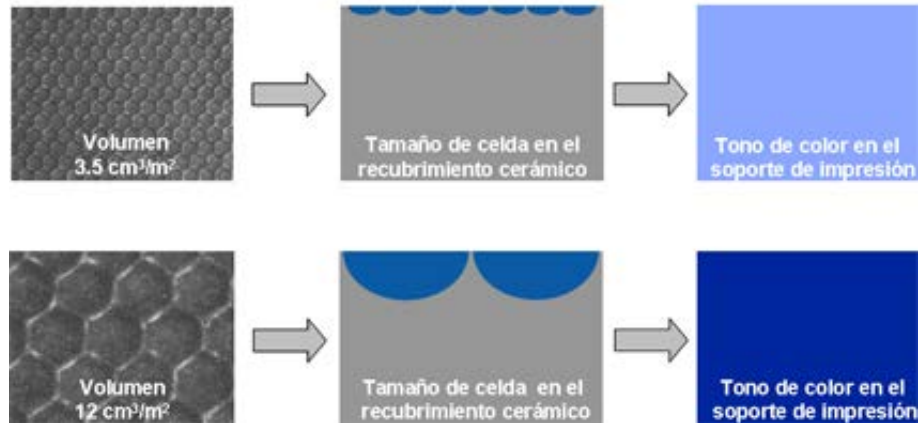


Figura 10: Capacidad volumétrica del rodillo Anilox.

Fuente: Recuperado de [http://www.gallus-group.com/es/DesktopDefault.aspx/tabid-367/533\\_read-1509](http://www.gallus-group.com/es/DesktopDefault.aspx/tabid-367/533_read-1509)

- b) Lineatura de la trama.- La lineatura indica la cantidad de celdas sobre una longitud de 1 cm. Un rodillo anilox con 400 L/cm tiene por tanto 400 celdas en una longitud de 1 cm (esto da 160.000 celdas en 1 cm<sup>2</sup>).

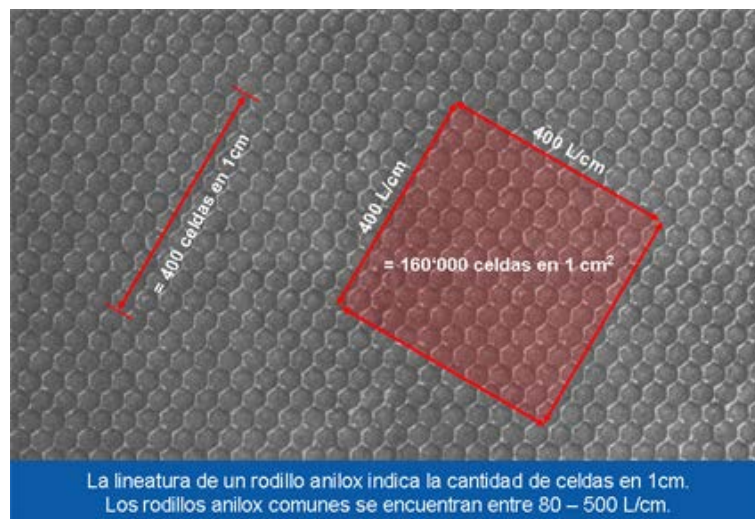


Figura 11: Lineatura de la trama

Fuente: Recuperado de [http://www.gallus-group.com/es/DesktopDefault.aspx/tabid-367/533\\_read-1509](http://www.gallus-group.com/es/DesktopDefault.aspx/tabid-367/533_read-1509)

## **2.2. Tintas Flexográficas**

La tinta flexográfica es un compuesto químico homogéneo líquido o pastoso de pigmentos dispersos, diseñados para reproducir una imagen por transferencia de color desde una superficie de impresión a un material sólido. Las tintas se preparan con una serie de especificaciones, estas materias primas son: Nitrato de celulosa de varios grados, poliamidas, resinas vinílicas, plastificantes, ceras, pigmentos, colorantes, aditivos y disolventes. Las tintas hechas con pigmento se deben moler junto con la resina previamente en molinos horizontales de bolas.

### **2.2.1. Tipos de Tinta**

Existen tres tipos de tinta flexográfica:

- a) Tintas base solvente.- Las tintas líquidas de base de solvente están compuestas por colorantes disueltos o pigmentos dispersos en una solución de resinas sólidas, disueltos en solventes volátiles como el acetato de etilo, cetonas, alcoholes, etc.
- b) Tintas base Agua.- Las tintas a base de agua se seleccionan debido a su facilidad de manejo y por ser no inflamables. El énfasis sobre las tintas de agua flexo, se incrementó con la creciente industria de envases para leche, el cual exigía una mayor mejora en la impresión y en la consistencia del producto. Con este logro el uso de estas tintas se extendió a todas las formas de papel encerado y a otras formas de impresión de cartones, tales como los envases para empaquetar bebidas. La economía, la facilidad de impresión y la seguridad hicieron de la tinta base agua la respuesta para la impresión de cartón corrugado.
- c) Sin solventes UV.- Estas tintas fueron desarrolladas hace varios años para impresión litográfica de hojalata con el fin de evitar problemas de contaminación en latas para alimentos. Hoy por hoy ya hay una gran tecnología al respecto para su uso en flexografía y roto grabado, ya que combinan la facilidad del proceso, como las tintas a base de solvente y el no presentar contaminación ambiental como las tintas a base de agua, por no tener disolventes. Sin embargo estas tintas requieren de equipo especial con

lámparas de ultravioleta para su curado, además, por ser tintas altamente reactivas requieren de un gran cuidado durante el proceso.

### **2.2.2. Productos de Lento Movimiento (PLM)**

Los productos de lento movimiento son aquellos que por diferentes razones permanecen almacenados sin usarlos en la producción de tintas. Estos productos los podemos clasificar como:

a) No Conformes.- Son aquellos productos que han sido rechazados por control de calidad, o han sido devueltos por los clientes, a estos productos se les conoce como PSG. En el proceso de producción se cometen errores, pueden ser en el pesado, en la molienda o dispersión, estos productos presentan características fuera de estándar (viscosidades altas, bajo brillo, mala adherencia, tonalidad diferente, etc.).

b) Vencidos.- Son aquellos productos aprobados por control de calidad que han estado almacenados por un tiempo mayor a 1 año. En buenas condiciones de almacenamiento una tinta puede ser usada hasta en 2 o 3 años dependiendo de sus componentes. Por ejemplo las tintas del tipo Nitrato de celulosa modificada (Pyroprint, Lamiprint) conservan sus propiedades si son almacenadas adecuadamente, tintas del tipo Poliamida (Digloss, Supergloss) adquieren un olor rancio, las tintas blancas al estar almacenadas por más de un año tienen tendencia a amarillear, las tintas al agua que están hechas en base a resinas acrílicas forman una gran cantidad de espuma y adquieren un olor desagradable.

## **2.3. Componentes Básicos de una Tinta**

Los cuatro componentes básicos de una tinta son aditivos, resinas, pigmentos o colorantes y solventes.

### **2.3.1. Aditivos**

Son agentes usados para modificar o promover propiedades claves en las tintas. Los aditivos más comunes son plastificantes, ceras, dispersantes, surfactantes,

modificadores de tensión superficial, pH, flujo, antioxidantes, antiespumantes, promotores de adherencia.

- a) **Plastificantes.**- Los plastificantes son suavizadores que modifican la dureza o la quebrabilidad de las resinas. Estos plastificantes se unen química y físicamente a las resinas y permanecen en el material impreso para convertirse en una parte permanente de la impresión, después de que los solventes se han evaporado. Como las resinas, los plastificantes son seleccionados individualmente para darle propiedades esenciales a la tinta y generalmente son específicos para cada tipo de resina.
- b) **Ceras.**- La cera es un compuesto de polietileno o teflón que permite mejorar la resistencia al roce de una tinta. Se utilizan en tintas base agua y tintas base solvente, se usan también para convertir tintas base solvente de laminación en tintas base solvente por superficie.
- c) **Agentes desespumantes y antiespumantes.**- Estos aditivos son generalmente insolubles en agua, tales como siliconas, ácidos grasos modificados y ciertos alcoholes como el 2-etil hexanol. Se usan en tintas base agua ya que estas tienen tendencia a formar espuma. Los desespumantes destruyen o detienen una espuma. Los antiespumantes inhiben la formación de espuma. La efectividad del antiespumante disminuye con el tiempo, por tanto una tinta fresca tiende a formar menos espuma que una almacenada.

### **2.3.2. Resinas**

Sustancias orgánicas complejas, naturales o sintéticas, sin un punto definido de fusión que en una solución de solventes forma la porción adhesiva de la tinta flexográfica. Son la columna vertebral de las tintas y confieren propiedades como: dureza, resistencia térmica, brillo, resistencias químicas, flujo, adherencia, flexibilidad, vehiculó para pigmentos. Pocas veces se formula una tinta usando una sola resina, se prefiere usar una combinación de 2 o 3 resinas para aprovechar su acción sinérgica, a la resina que se usa en mayor proporción se le denomina resina principal y a las que se usan en menor proporción co- resinas. La tinta



Superprint está formulada con una combinación de resina poliamida (principal, aporta a la tinta buen brillo y adherencia) y resina de nitrato de celulosa (co – resina, aporta mayor dureza a la película y mejora su resistencia térmica) en una proporción de 4 a 1.



Figura 12: Resinas usadas en tinta Superprint: Poliamida (principal) y Nitrato de celulosa (co – resina).

Fuente: Recuperado de <http://www.cncolorchem.com>

Las características de las resinas más usadas en la fabricación de tintas flexográficas se listan en el cuadro 1.

### 2.3.3. Pigmentos

Componente principal que confiere la identidad visual, imparte propiedades físicas y químicas. Los pigmentos se pueden obtener por diferentes medios pero normalmente se producen por síntesis química. Los pigmentos son partículas sólidas insolubles en el medio donde se encuentren.

#### a) Características funcionales de un pigmento

Las características funcionales que debe de tener un pigmento son las siguientes:

- Estabilidad térmica.-La resistencia a la temperatura del color sin que cambie de tono de manera significativa.
- Toxicidad. -La cantidad de metales pesados o material peligroso que pueda afectar la salud de los usuarios.

Cuadro 1: Resinas usadas en la fabricación de tintas Flexográficas.

Resina	Características
Cetónica	Se obtienen mediante co - condensación de formaldehído con cetonas. En tintas flexo gráficas se usa como co-resina, combinada con Nitrato de celulosa provee mayor brillo, mejora la adherencia y el secado.
Nitrato de celulosa	Se obtiene por nitración de la celulosa (molecularmente es como la celulosa, pero todos o parte de los grupos hidroxilo (-OH) han sido sustituidos por grupos nitroéster (-O-NO <sub>2</sub> )). Una de sus características es buena resistencia térmica, en la fabricación de tintas flexo gráficas se usa como resina principal, se puede combinar con otras para mejorar el desempeño de las tintas.
Poliamida	Se obtienen de la poli condensación de di aminas con ácidos di carboxílicos. Sus principales características son alto brillo, buena adherencia, resistencia a grasas y detergentes.
Termo Poliuretánica	Se obtiene mediante condensación de bases hidroxílicas combinadas con isocianatos. Sus características son mayor resistencia térmica comparada con el nitrato de celulosa, poder de cohesión y buena adherencia. Se usa para formular tintas de laminación.
Maleíca	Se obtienen por isomerización de ácido abiético a ácido levopimárico y reacción con anhídrido maleico, formando productos duros. Se usa como co-resina, combinada con nitrato de celulosa aumenta la dureza, secado, brillo, adherencia y resistencia al agua.
Acrílica	Se obtienen mediante adición múltiple de monómeros de los ácidos acrílico, metacrílico y sus ésteres. Se usa para formular tintas al agua, presenta buena resistencia al calor, alto brillo y tiene acción antiespumante.

Fuente: Elaboración propia.

- Poder tintóreo.- La capacidad de un pigmento para colorear los materiales deseados. Depende de la composición química del pigmento y de su concentración.
- Resistencia a la intemperie.- Tiene que ver con su resistencia a la decoloración de los rayos ultravioletas (UV) que son los que decoloran los pigmentos.
- Dispersión.- La dispersión de un pigmento tiene que ver con la capacidad de ser homogéneo en un vehículo. Generalmente tiene que ver con el tamaño de partícula.
- Opacidad, translucidez y transparencia.- Un pigmento opaco es aquel que no deja pasar la luz a través de él (es lo contrario a transparente); un objeto translúcido deja pasar parcialmente la luz a través de él (como la puerta de una ducha), mientras que un color transparente permite el paso de la mayor parte de la luz a través de él.
- Maticidad o brillantez.- Un objeto brillante refleja una gran cantidad de iluminación al observador, un objeto mate no brilla.
- Resistencia a ácidos o a álcalis.- Determina la resistencia de un pigmento en distintos medios de pH. Medidas debajo de pH 7.0 significan pigmentos ácidos, medidas arriba de 7.0 significan pigmentos básicos o alcalinos.
- Dureza.- Determina la dificultad o facilidad para moler un pigmento, así como su efecto abrasivo. Existen pigmentos sumamente duros (por ejemplo el verde óxido de cromo) cuya dureza se encuentra cercana a la del diamante.

#### b) Clasificación de los pigmentos

Los pigmentos pueden clasificarse, según su composición química en:

##### b.1) Orgánicos

Los pigmentos orgánicos son aquellos que en su composición química contienen carbono. Generalmente tienen tonos limpios y alto poder tintóreo. Entre los pigmentos orgánicos más conocidos se encuentran:

- Azul ftalocianina.- Una ftalocianina cúprica, altísimo poder tintóreo, muy resistente a la temperatura y a la intemperie.
- Verde ftalocianina.- Una ftalocianina cúprica, altísimo poder tintóreo, muy resistente a la temperatura y a la intemperie.

- Violeta carbazol.- Pigmento violeta 23, tono muy limpio y concentrado, alto precio.

#### b.2) Inorgánicos

Caracterizados por no contener carbón en su composición. El poder tintóreo es en general menor a la de los pigmentos orgánicos. Entre los pigmentos inorgánicos más conocidos se encuentran los siguientes:

- Amarillos de cromo.- Cromatos de plomo. Por su contenido de plomo se ha tratado de retirar del mercado de pinturas.
- Amarillos de cadmio.- Hechos a base de sulfuro de cadmio, muy resistente a la temperatura (cerca de los 1000 °C) aunque atacados por los ácidos fuertes.
- Amarillo de hierro.- Hidróxido ferroso férrico de hierro. Tono color mostaza, conocido como Amarillo de Nápoles. Alta resistencia a los UV, muy baja a la temperatura.
- Azul de ultramar.- El antiguo azul lapizlázuli fabricado ahora sintéticamente. Tono muy vivo y de muy alta resistencia a la temperatura.
- Rojo de óxido.- Óxido ferroso de hierro, muy resistente a la temperatura (300°C) y a la intemperie.
- Blanco de titanio.- Dióxido de titanio. El blanco por excelencia, no se decolora, no se amarilla significativamente.

#### c) Identificación de un pigmento

A nivel mundial se tiene una nomenclatura de color denominada INDEX. A cada color con una composición química determinada se le asigna un Color Index, el cual consta de cuatro partes: la primera si se trata de un pigmento o un colorante; la segunda el color del que se trate; la tercera, el número asignado por el catálogo color Index, y la cuarta, en caso de que hubiera más de un tipo de pigmento relacionado con este color, la subclase de material precedida por dos puntos.

Ejemplo: Pigmento Rojo 48:2; Pigmento Amarillo 13; Pigmento Amarillo 83.

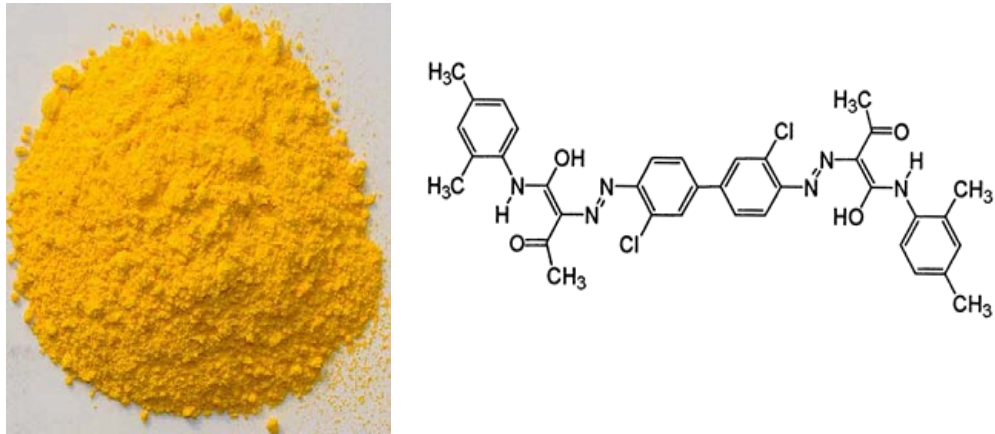


Figura 13: Pigmento Amarillo 13.

Fuente: Recuperado de <http://www.cncolorchem.com>



Figura 14: Pigmento Amarillo 83.

Fuente: Recuperado de <http://www.cncolorchem.com>

La resistencia a la luz de un pigmento se determina por la escala de la lana la cual tiene valores de 1 a 8, 1 poca resistencia a la luz y 8 resistentes a la luz.

Tabla 2: Resistencia a la luz de Pigmentos Amarillos.

Pigmento	Color Index	Escala de la lana	Resistencia a la luz
Amarillo 13	PY 13	5	MRL (resistencia media a la luz)
Amarillo 83	PY 83	7	RL (resistente a la luz)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Propiedades de los pigmentos amarillos.

Nombre del producto	Color Index N° (C.I.)	Valor de PH	Resistencia		Aplicaciones					
			Luz 1 a 8	Calor (°C)	Tintas		Pinturas		Plásticos	
					Offset	Base solvente	Base agua	Base solvente		Base agua
Amarillo rápido G	P.Y1	7	7	160	●	○	●	○	●	
Amarillo rápido 10G	P.Y3	7	7	180	●	○	●	○	●	
Amarillo bencidina G	P.Y12	7	4	180	●	●	●	●	●	
Amarillo permanente GR-W(OP)	P.Y13	7	5	180			●		●	
Amarillo permanente 2GS-IS	P.Y14	7	6	180		●				
Amarillo permanente 2GS-P	P.Y14	7	4	200						●
Amarillo permanente 2G	P.Y17	7	7	180	○		●		○	○
Amarillo 62	P.Y62	7	7	280						●
Amarillo permanente RN-S	P.Y65	8	7	150			○	●		
Amarillo Brillante 4GX	P.Y73	7	6	160			●	○	●	
Amarillo Brillante 5GX(OP)	P.Y74	7	6	160				●	●	

● Principal aplicación

○ Se recomienda aplicación

Fuente: Editado de <http://www.cncolorchem.com>

En la industria de las tintas se manejan 4 colores básicos la cuatricromía la forman: Amarillo, Magenta, Cian y Negro. Generalmente el amarillo y magenta tiene valores de 1 a 5 en la escala de la lana con algunas excepciones.

En el caso del cian y el negro tienen valores de 8 (resistentes a la luz), también existen otros pigmentos que presentan buena resistencia a la luz entre ellos tenemos el blanco de titanio, el violeta carbazol y el verde ftalocianina.

#### **2.3.4. Solventes**

Los solventes son el medio que transporta la tinta hacia el sustrato, luego del curado de la tinta, el solvente se volatiliza y queda una capa compuesta por resina, pigmento y aditivos. Los solventes pueden ser activos o latentes. Los activos disuelven las resinas y dispersan el pigmento manteniendo la tinta fluida, los latentes no disuelven las resinas por si solos, actúan sinérgicamente con los activos para reducir costos. Los tipos de solventes usados en la fabricación de tintas flexográficas son:

- **Alcoholes.-** Los alcoholes son los más usados en la impresión flexográfica por qué no deterioran el cliché de impresión. El alcohol etílico anhidro tiene buena solvencia y es no toxico, el alcohol isopropílico es un solvente nitro celulósico pobre. El n-propanol se usa para controlar la velocidad de secado.
- **Esteres.-** Son buenos solventes nitros celulósicos, el acetato de etilo y acetato de isopropilo son muy volátiles y son usados para acelerar el secado. El acetato de n-propilo tiene una tasa de evaporación media y se usa en combinación con alcohol etílico como reductor de tintas.
- **Hidrocarburos.-** Tenemos los alifáticos como n-heptano el cual es usado en la formulación de tintas poliamidas para rebajar la viscosidad y controlar la tendencia al gelado. Los aromáticos como el tolueno tienen mejor solvencia que los alifáticos, se usan en roto grabado pues estos solventes atacan al cliché, están en desuso por ser altamente tóxicos.

- Éter Glicólico.- Metoxi propanol, Etoxi propanol, familia de solventes de excelente solvencia para nitrato de celulosa y otras resinas. Tienen una tasa de evaporación baja por lo que se usan como retardantes de secado.
- Glicoles.- Etilen y Propilen glicol, pueden ser usados en tintas base agua como retardante de evaporación.
- Agua.- Es usada en la reducción de tintas base agua, el desempeño de la impresora puede ser afectado ocasionalmente por la dureza del agua local.

La forma como los impresores o convertidores modifican la tinta líquida es con la adición de solventes volátiles.

La tinta comprada al fabricante de tintas es de mayor viscosidad y concentración, esto permite al impresor añadir solvente para controlar la velocidad de secado, la viscosidad, la intensidad de la tinta y en general el proceso de impresión en máquina. Algunas características a tener en cuenta en la selección de solventes son:

- Solvencia.-Un buen solvente solubiliza rápidamente el vehiculó. La alta solvencia promete una adición mínima para reducir la tinta a viscosidad de impresión.
- Velocidad de secado.- La impresión final debe contener un residuo de solvente mínimo. El solvente residual ablanda la película de tinta, lo cual puede causar deterioro en los rodillos y bloqueo en el enrollamiento.
- Olor.-Algunos solventes tienen olor que puede ser retenido en una película de tinta. Olores como el mercaptano o de compuestos sulfúricos encontrados frecuentemente en hidrocarburos son rechazables en empaques de grado alimenticio.
- Seguridad.- La mayoría de solventes son inflamables y se debe conocer el grado de toxicidad antes de manipularlos.



Tabla 4: Tasa de evaporación de solventes respecto al agua.

<b>Tipo de Solvente</b>		<b>Tasa de evaporación (con respecto al Agua = 1,0)</b>
Alcohol	Metílico	5,7
	Etílico	4,4
	Isopropílico	4,0
	n- propanol	2,4
Esteres	Acetato de etilo	10,9
	Acetato de Isopropilo	9,5
	Acetato de n-propilo	5,8
Hidrocarburos Alifáticos	Hexano	24,7
	Heptano	13,5
Éteres Glicólicos	Cellosolve	1,1
	Dowanol PM	2,3
	Metil Dioxitol	0,06
Glicoles	Glicol etileno	0,03
	Glicol propileno	0,03
Hidrocarburos Aromáticos	Tolueno	5,7
	Xileno	1,7
Cetonas	Acetona	15,7
	Metil Etil Cetona	10,6

Fuente: Editado de Cotton, J; Sheldon,H ; Flexografía Principios y prácticas (1980), tercera edición, pagina 280.

## **2.4. PROCESO DE FABRICACION**

El proceso de fabricación de una tinta flexográfica inicia con la aprobación de la orden de producción, la cual es entregada al supervisor de planta quien será el responsable de la correcta fabricación de la base concentrada, tinta o barniz.

### **2.4.1. Pesado**

En este proceso se pesan los ingredientes indicados en la orden de producción en un recipiente limpio, correctamente rotulado y tarado. Los lotes entre 54 kg y 180 kg se fabrican en cilindros metálicos, los lotes de más de 360 kg en pailas de acero inoxidable, si son tintas blancas estas pailas deben tener chaqueta refrigerante.

### **2.4.2. Molienda**

Es un proceso en el que los pigmentos deben ser molidos o dispersados a finas partículas, para que no interfieran con la suavidad de la película.

Para bases concentradas y tintas de color se usan Molinos Horizontales tipo LME marca Netzsch, este proceso no es continuo, al pasar todo el producto por el molino una vez, se llama a esta operación pase de molino. Los parámetros que se controlan en el molino horizontal, son la presión, temperatura en la cámara de molienda y la velocidad de succión de la bomba. Para bases y tintas blancas se usa un dispersador tipo Rotor Stator, el cual dispersa el pigmento blanco hasta convertirlo en finas partículas, se controla la velocidad de giro del Rotor Stator el cual debe ser 1600 RPM y la temperatura en el recipiente la cual debe ser  $\leq$  a 40° C (los recipientes tienen chaqueta refrigerante). El proceso de molienda es monitoreado por control de calidad, en el caso de bases concentradas y tintas de color generalmente tiene que darse 3 pases de molino para tener el tamaño adecuado de partícula ( $\leq$  1,5 micras).

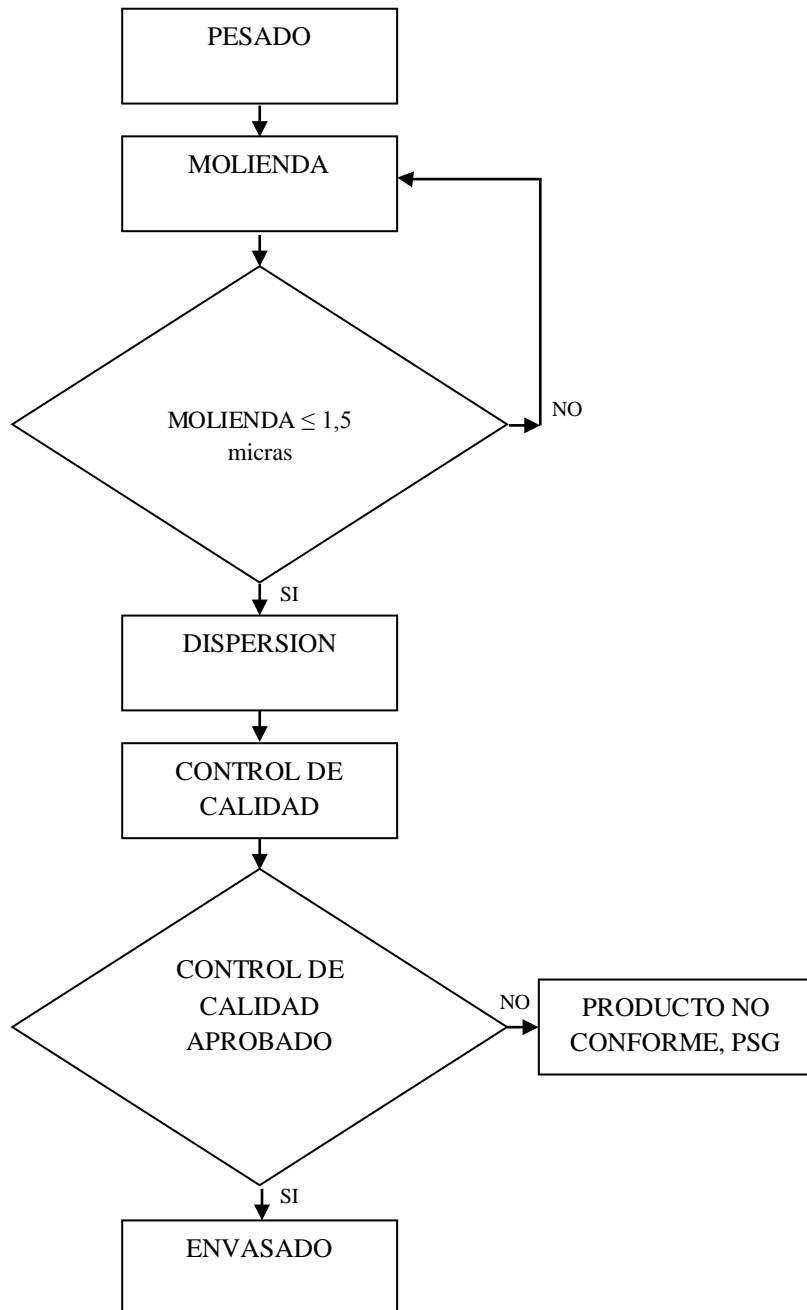


Figura 15: Diagrama de flujo del proceso de producción de un a tinta flexográfica.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de tintas blancas se debe dar 1 hora de dispersión, llevar una muestra a control de calidad quien medirá el tamaño de la partícula (debe ser  $\leq 1,5$  micras), y evaluara si es necesario dar más tiempo de dispersión o concluir el proceso.

Tabla 5: Molienda Optima de pigmentos – TGVSA.

Pigmentos	Tamaño de partícula (micras)
Orgánicos–tintas al solvente	$\leq 1,5$
Orgánicos – tintas al agua	$\leq 2,5$
Metálicos–tintas al solvente y agua	$\leq 5,5$

Fuente: Elaboración Propia.

En el proceso de molienda es importante hacer un mantenimiento periódico a los molinos para evitar problemas de corrosión, picadura o desgaste de las partes del equipo. Al terminar la molienda de un producto desarmar el equipo y lavar las billas y cámara de molienda para evitar problemas de contaminación. En los molinos horizontales como en la dispersión con Rotor Stator se debe verificar la cantidad de producto que entro y la que salió para reponer el solvente evaporado.



Figura 16: Molino horizontal tipo LME.

Fuente: Recuperado de <http://www.directindustry.es/prod/netzsch-grinding-dispersing/molinos-bolas-agitador-proceso-humedo-16670-394759.html>

### 2.4.3. Dispersión

El proceso de dispersión es muy importante en él se homogeniza las bases concentradas y se completan con aditivos las tintas de color y tintas blancas.

Hay productos como los barnices y tintas a base de semi elaborados (bases concentradas) que no necesitan pasar por el proceso de molienda, solo necesitan ser dispersados para obtener una tinta.

En la producción de tintas y barnices usamos dispersadoras industriales marca Drais, los parámetros a controlar son velocidad en RPM y tiempo de dispersión.

Cuando termina el tiempo de dispersión se recupera el solvente evaporado en el proceso y se saca una muestra para que laboratorio haga el control de calidad respectivo, **la velocidad y el tiempo de dispersión** garantiza una homogenización completa y color uniforme de tinta.

Tabla 6: Parámetros de dispersión – TGVSA.

Producto	Peso (kg)	Velocidad mínima		Velocidad máxima	
		Velocidad (RPM)	Tiempo (minutos)	Velocidad (RPM)	Tiempo (minutos)
Barnices	720	1200	90	1600	60
Tintas de color	720	1100	90	1400	60
Tintas blancas	1000	1300	180	1600	120

Fuente: Elaboración propia.

En este proceso es importante lavar la cuchilla luego de realizar una dispersión para evitar contaminación. Verificar si los recipientes se encuentran en buenas condiciones, en el caso que tengan chaqueta refrigerante verificar que no tenga fugas, asegurar los recipientes a la base de la dispersadora para evitar derrames y

accidentes. Verificar la cantidad de producto que entro a dispersar y la que salió para reponer el solvente evaporado.



Figura 17: Dispersador de alta velocidad.

Fuente: Recuperado de <http://www.sowergroup.es/dispersing/industrial-dispersers/557.html>

#### **2.4.4. Control de Calidad**

El control de calidad es de vital importancia para asegurar la calidad de los productos finales e intermedios.

El control de calidad está dividido en tres áreas:

Materia Prima.- Evalúa la materia prima, SE (barnices y bases concentradas).

Tintas al agua.- Evalúa tintas y barnices al agua.

Tintas al solvente.- Evalúa tintas y barnices al solvente.

Se muestra la especificación técnica de una tinta blanca, en ella se muestra las propiedades de la tinta, el uso y tratamiento que se recomienda dar al producto.

Tabla 7: Especificación técnica de una tinta blanca Supergloss.

Uso	Tinta para impresión por Superficie
Para Imprimir	Empaque primario de alimentos
Descripción	Blanco Supergloss
Viscosidad	Copa Zahn N°2 = 52 s Copa Zahn N°3 = 14 s
% de Sólidos	68,0
Densidad	10,5 Lb/galón
Molienda	≤ 1,5 micras
dE (diferencia de tono)	≤ 2,0
Sustrato de impresión	Polietileno, BOPP
Reductor	n–propanol : acetato de n-propilo (80:20)
Brillo 60° UG	80 ± 4
Extender	Barniz Supergloss
Adherencia (0 horas)	Buena
Bloqueo (110 psi, 12 horas, 50°C)	Buena
Resistencia al calor (≤ 60°C)	Buena
Resistencia al rasguño	Buena
Resistencia al doblado (12 horas)	Buena
Resistencia a la luz	Buena

Nota.- Para las propiedades cualitativas se califica la resistencia como: Buena, Regular y Mala.

Recomendaciones para el uso de tinta blanca Supergloss:

- La tinta no debe estar en contacto directo con el producto a empacar.
- En buenas condiciones de almacenamiento la tinta se puede usar en un periodo no mayor a un año.
- Como reductor alternativo se puede usar 100% de alcohol iso propílico.

#### 2.4.4.1. Pruebas que se realizan en Control de Calidad

Cuando se evalúa una tinta se adjuntan las pruebas realizadas a la tinta o barniz en un sobre de control de calidad, si el producto es aprobado pasara al proceso de envasado, sino es aprobado el producto es rotulado como no conforme.



Figura 18: Impresiones que se adjuntan al sobre de control de calidad.

Fuente: Recuperado de <http://www.rkprint.co.uk>

Algunas de las pruebas que se realizan en el control de calidad son las siguientes:

- a) Viscosidad.- la viscosidad es una medida de la fluidez de un material, esta propiedad depende de la temperatura. Para medir la viscosidad de una tinta se usa una copa Zahn (N°2 y N°3) y un cronómetro. La tinta a la que se medirá la viscosidad debe ser una muestra representativa del lote a evaluar, antes de realizar la medición se debe homogenizar la muestra y adecuar la temperatura a 25°C. La copa Zahn tiene un pequeño agujero en la parte inferior el cual se tapa con un dedo y luego se vierte en el interior de la copa la tinta hasta llenarla al ras, luego se retira el dedo del agujero y se enciende el cronómetro, cuando el flujo de tinta que pasa por el agujero deja de ser continuo, se detiene el cronómetro. La lectura en segundos obtenida es un índice representativo de la viscosidad de la muestra evaluada. En algunas ocasiones la tinta dejara de fluir y se quedara tinta en su interior, esto generalmente pasa en tintas con características tixotrópicas (Su viscosidad disminuye con la agitación y alcanza su valor original cuando cesa la agitación).





Figura 19: Medición de la viscosidad usando copa zahn.

Fuente: Recuperado de [http://tpmequipos.com/994428\\_zahn----copa-medidora-de-viscosidad-en-liquidos.html](http://tpmequipos.com/994428_zahn----copa-medidora-de-viscosidad-en-liquidos.html)

- b) Prueba de envejecimiento o estabilidad.- Es una prueba que se realiza a una tinta para predecir su comportamiento en el tiempo (mediano y largo plazo). Consiste en colocar una muestra de tinta herméticamente cerrada en una estufa a 60 °C por 3 días (equivale a un almacenamiento de 6 meses a condiciones normales), luego de este tiempo se mide la viscosidad de la tinta (copa Zahn 3) y se compara si ha aumentado o disminuido con respecto al valor que tenía antes de colocarla en la estufa, si el valor de viscosidad obtenido está fuera de la tolerancia del valor estándar se dice que es una tinta que no tiene estabilidad.
- c) Contenido de Sólidos.- Es una prueba que determina el % de sólidos que tiene una tinta. Se coloca una muestra de tinta líquida en un recipiente y se lleva a una estufa a 110°C por 1 hora, en este tiempo todo el solvente se ha volatilizado dejando solo la parte sólida de la tinta (resina, pigmentos y aditivos). El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\% \text{ Sólidos} = \frac{W_f - W_r}{W_i - W_r} \times 100$$

Donde:

Wf Peso final

Wi Peso inicial

Wr Peso recipiente

d) Prueba de brillo.- En el mundo de las tintas flexográficas un acabado mate o brillante puede ser deseado para un producto final en particular. El nivel de brillo de una impresión es juzgada normalmente por observación visual, sin embargo hay instrumentos llamados brillómetros que miden el brillo cuantitativamente. Estos equipos tienen lentes los cuales se pueden colocar en ángulos de reflectancia de 20°, 60° y 80° (alto brillo, mediano brillo, superficies mate) para medir el brillo de la tinta impresa. El valor de tolerancia de una tinta es  $\pm 4$  UG (unidades de brillo). En la tabla 7 se muestra la tolerancia para el brillo de una tinta supergloss Blanca.



Figura 21: Brillómetro portátil marca Novo Gloss.

Fuente: Recuperado de [http://www.directindustry.es/prod/rhopoint-instruments/brillometros-portatiles-86381-785901.html#product-item\\_786031](http://www.directindustry.es/prod/rhopoint-instruments/brillometros-portatiles-86381-785901.html#product-item_786031)

e) Prueba de Resistencia al Bloqueo.- El bloqueo es la adhesión de dos superficies adyacentes. Cuando en la separación de una superficie impresa y una adyacente resulta cambio o daño de cualquiera de las superficies hay un problema de bloqueo. Los factores que influyen sobre el bloqueo son presión, temperatura, tiempo y humedad. Para realizar esta prueba se usa un equipo llamado Block Tester el cual se colocara a una presión de 110 Psi, en una estufa a 50°C por 12 horas. Las muestras a evaluar son impresos de tinta sobre su sustrato de

impresión, los cuales se doblan poniendo en contacto la superficie impresa y no impresa, en otro dobles se pone en contacto solo las tintas impresas. Para asegurar la transferencia de calor uniforme en las muestras a evaluar se recomienda colocarlas entre láminas de aluminio. En la impresión flexográfica se imprime la tinta en el sustrato, la tinta pasa por el túnel de secado y luego se embobina y almacena. Es en la bobina impresa donde puede aparecer el problema de bloqueo, esta prueba simula este proceso.

- f) Prueba de Adherencia.- El primer requerimiento para una tinta es una adhesión adecuada al sustrato. Si la adhesión al sustrato no es suficiente para soportar las demandas normales, entonces la tinta no tiene ningún valor para la aplicación deseada. En la prueba de adhesión, una tira de cinta de celofán es colocada firmemente sobre un impreso de tinta preparado en laboratorio, un extremo de la cinta es sujeta firmemente entre el pulgar y el índice de una mano, mientras que el impreso se presiona sobre una superficie lisa con la otra mano. La cinta es entonces arrancada a un ángulo menor de 180° y a una velocidad lenta.

#### **2.4.5. Envasado**

Si control de calidad aprueba la tinta se procede a envasarla. El proceso de envasado es por gravedad, se colocan los recipientes que contienen la tinta en plataformas a metro y medio del suelo, en la válvula de descarga se coloca un cono de envasado con un filtro de 150 micras de agujero de pase para filtrar los residuos de pigmento, resina o impurezas que quedaron luego del proceso de fabricación de la tinta.

El envasado se hace en recipientes (baldes de 20 litros, bidones plásticos de 20 galones, cilindros metálicos de 55 galones y tanques IBC de 1000 litros) los cuales están rotulados con las indicaciones de seguridad para su manejo y transporte (según norma NFPA). En el envasado es importante identificar el tipo de presentación al que corresponde a cada tinta, verificar que las etiquetas

correspondan al producto que se envasara y verificar el peso final aprobado por control de calidad. El supervisor de planta debe verificar que los recipientes estén limpios y correctamente etiquetados antes de almacenar o despachar la tinta.



Figura 20: Rombo NFPA usado para rotular los envases de tinta.

Fuente: Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/NFPA\\_704](http://es.wikipedia.org/wiki/NFPA_704)

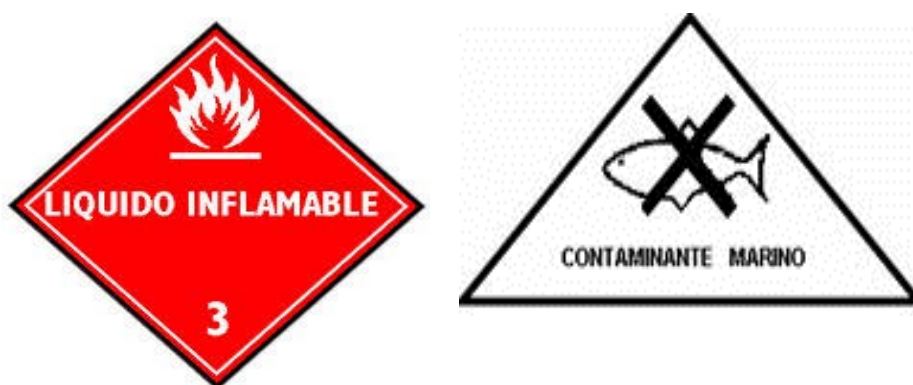


Figura 21: Etiquetas adicionales que indican características peligrosas de la tinta.

Fuente: Recuperado de <http://www.wapps.tc.gc.ca/saf-secur/3/gre/gre/carteles.aspx/pagina2>

### III. RECUPERACION DE PRODUCTOS DE LENTO MOVIMIENTO

Es un proceso que tiene por objetivo recuperar o reutilizar tinta que no se puede comercializar, el almacenamiento de los PLM genera un problema de espacio.

En la descripción del proceso de recuperación de PLM se usan términos como:

- a) Fórmula de tinta original (FO).- La fórmula de tinta original tiene en su composición materia prima o productos intermedios (barnices, bases).
- b) Fórmula de tinta modificada (FM).- Es una formula equivalente a la fórmula de tinta original, en su composición se usa PLM (no conformes o vencidos).
- c) Valores estándar.- Son los valores de las propiedades que debe tener una tinta para poder ser aprobada por control de calidad.

En la tabla 9 se presenta la composición de las tintas usadas en los casos de aplicación de recuperación de PLM. Las propiedades cuantitativas de una tinta tienen rangos de tolerancia y las propiedades cualitativas se designan de acuerdo a su resistencia como: buena, regular y mala. En la tabla 8 se comparan las propiedades de una tinta Blanca Digloss F1000 (tinta del tipo poliamida), se colocan los valores estándar y los valores de dos lotes producidos en planta.

Tabla 8: Tinta Blanco Digloss F1000, estándar vs lotes producidos en planta.

Propiedades	Blanco Digloss F1000		
	Valor estándar	Lote 1: Aprobado	Lote 2: No conforme
Viscosidad Zahn # 2 (s)	40±10	45	52
Viscosidad Zahn # 3 (s)	12±2	13	15
% de Sólidos	38±2	39	41
Adherencia (0 horas)	Buena	Buena	Regular
Bloqueo (110 psi, 12 horas, 50°C)	Buena	Buena	Regular
Resistencia al rasguño	Buena	Buena	Regular

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Composición de tintas Flexográficas al solvente.

Componentes básicos	Materia Prima	Tinta Blanca Digloss F1000	Tinta Blanca Supergloss	Tinta Cyan Lamiprint	Tinta Cyan Pyroprint	Tinta Vinilica	Tinta Amarillo Lamiflex
Aditivos	Cera	4	5			2	
	Croda	4	5	1	1	2	1
	Plastificante			2	2	2	2
	Promotor de adherencia			1	1		3
Resinas	Poliamida reactiva						17
	Poliamida al alcohol	17	15				
	Nitrato de celulosa	2	3	15	20		
	Termo Poliuretánica			15	10		
	Vinílica					35	
Pigmentos	Dióxido de titanio	40	40			40	
	Pigmento amarillo 13						15
	Pigmento azul 15:3			15	15		
Solventes	n-propanol	20	20		15		62
	Alcohol etílico anhidro			31	21		
	Acetato de etilo	12	12	20	15	19	
	Agua	1					
Total		100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 podemos observar que las propiedades del lote 1 (Aprobado) están dentro de las tolerancias permitidas por el estándar, en el caso del lote 2 (No Conforme) los valores están fuera de las tolerancias.

### **3.1. Descripción del Proceso de Recuperación de Productos de Lento Movimiento**

Las ordenes de producción son fórmulas de tinta original (FO), cuando se incorporan productos de lento movimiento se convierten en fórmulas de tinta modificada (FM). Para poder hacer la reformulación es necesario saber si la FO y el PLM son compatibles (ver figura 22). Si hay compatibilidad se hace la reformulación de la tinta incluyendo el PLM en su estructura, para ello se aplica balance de masa, se realizan ensayos a nivel laboratorio y se hace control de calidad a la FM. Si las propiedades están dentro de las tolerancias de los valores estándar, se aprueba la reformulación. Si no son compatibles se puede usar el PLM para fabricar productos que tengan un valor de uso, se puede hacer tintas económicas (de menor calidad y bajo costo) o pinturas de mantenimiento industrial. Cuando el producto de lento movimiento no se puede usar para formular productos se pasan al almacén de obsoletos (castigo).

#### **3.1.1. Prueba de Compatibilidad**

Si el producto de lento movimiento es un producto vencido es fácil determinar la compatibilidad, pues se trata de un producto aprobado por control de calidad y se conoce su fórmula. Esto permite saber la proporción y el tipo de tintas con las que se puede mezclar. Cuando el producto de lento movimiento es No conforme (PSG), se revisa el informe de no conformidad para saber por qué razón este producto no paso el control de calidad. Hay productos PSG que **no tienen informe de no conformidad**, para poder usarlos realizamos una prueba de compatibilidad, que consiste en mezclar la FO con la tinta PSG, en tres distintas proporciones y observar los cambios producidos en las propiedades de la mezcla.

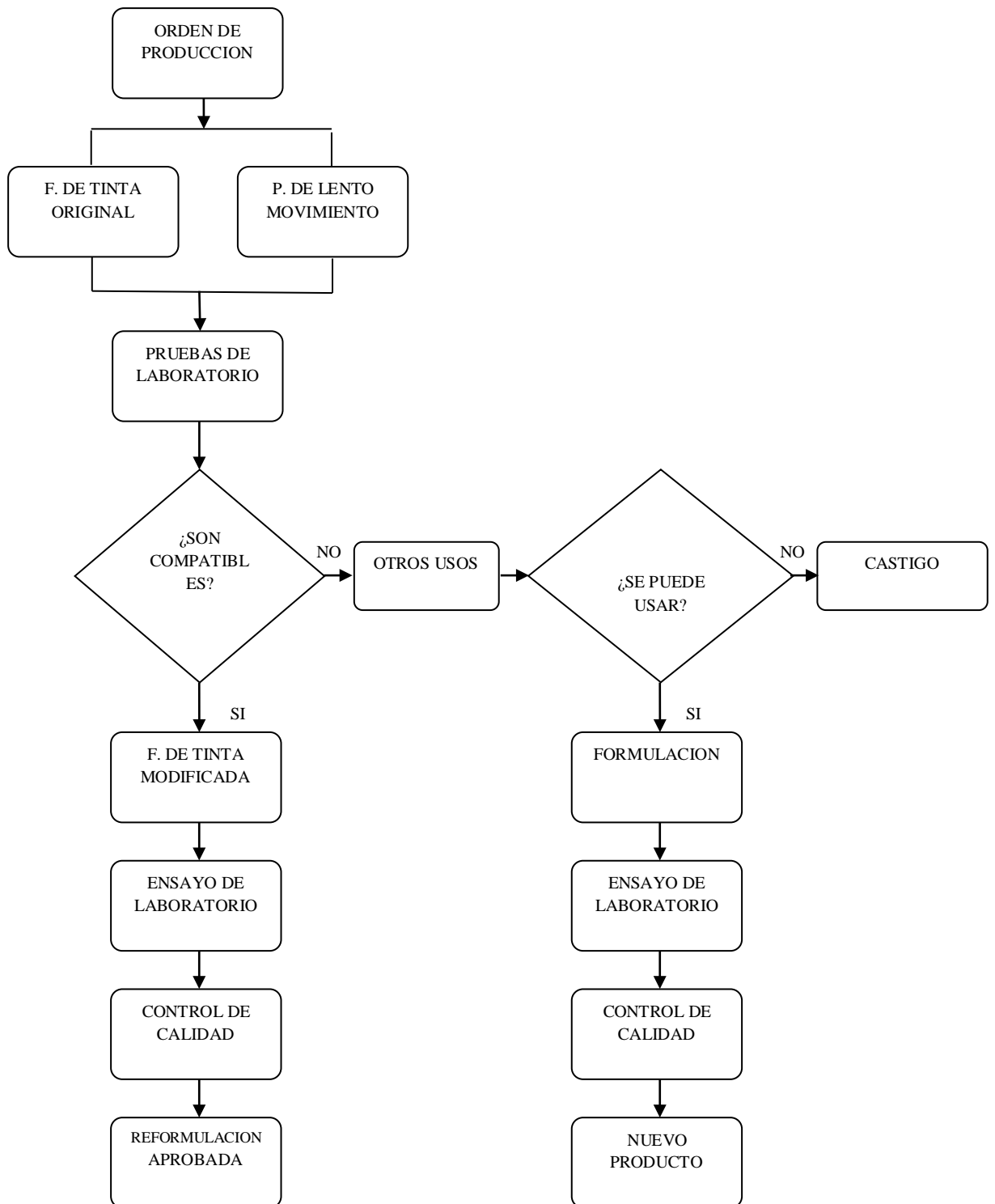


Figura 22: Diagrama de flujo del Proceso de Recuperación de productos de Lento Movimiento.

Fuente: elaboración propia.



Una incompatibilidad puede identificarse:

- Por aumento de viscosidad.
- Prueba de envejecimiento de tinta: Mala.
- Separación de fases.
- Perdida de brillo de tinta.
- Prueba de Bloqueo de tinta: Mala.
- Prueba de adherencia: Mala.
- Resistencia Química: Mala.
- Resistencia Térmica: Mala.

Las tintas Pyroprint y Lamiprint son tintas del tipo nitrato de celulosa modificada su uso es para laminación de películas plásticas y al mezclar FO de ambas líneas de tinta no se presenta incompatibilidad. La tinta Pyroprint Cyan esta rotulada como no conforme (PSG que no tiene informe de no conformidad) en este caso se aplicara la prueba de compatibilidad, se mezclara en laboratorio con una tinta Lamiprint Cyan en diferentes proporciones y se observara si se presenta incompatibilidad.

Tabla 10: Prueba de compatibilidad FO (Lamiprint Cyan) y PSG (Pyroprint Cyan).

TINTA	MEZCLA A	MEZCLA B	MEZCLA C
FO : Lamiprint Cyan	50%	80%	95%
PSG : Pyroprint Cyan	50%	20%	5%
Presenta incompatibilidad	SI	NO	NO
Adherencia	Mala	Buena	Buena

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 10 se observa que al mezclar las tintas en proporciones iguales (50%: 50 %) se presenta incompatibilidad (adherencia mala), en las proporciones (80%: 20% y 90%:10%) la mezcla tiene buena adherencia. La prueba de compatibilidad **solo se usa cuando el PLM no tiene informe de no conformidad**, es importante para determinar si los productos que mezclamos son compatibles entre sí y nos dan una idea de la cantidad de PLM que se puede usar o gastar en una orden de producción, este procedimiento es de gran ayuda para iniciar la reformulación.

### 3.1.2. Reformulación usando Balance de Masa

Para realizar el proceso de reformulación, usaremos el balance de masa, la fórmula de tinta original FO y la del producto de lento movimiento PLM se deben descomponer en los cuatro componentes básicos de una tinta: aditivos, resinas, pigmentos y solventes.

Ilustraremos el proceso con el siguiente ejemplo: Tenemos una orden de producción para fabricar 100.0 kg de tinta blanca Supergloss (fórmula de tinta original FO). Entre los productos de lento movimiento hay 180.0 kg de un semi elaborado base blanca que fue rechazado por control de calidad (PLM).

Al revisar el informe de no conformidad encontramos que el error se cometió en el proceso de pesado de la resina (se agregó por error 5% de resina Nitrato de celulosa). Conociendo la fórmula de la tinta original (blanco Supergloss) y la fórmula del producto no conforme (PLM base blanca) se determina que tienen estructuras similares lo que los hace compatibles. Haciendo uso del balance de masa se descomponen las fórmulas en sus componentes básicos, ver tabla 11.

Para saber la cantidad de PLM que se usara en la reformulación de tinta blanca Supergloss debemos hallar el componente limitante. Una forma de hallarlo es dividiendo la composición del blanco Supergloss entre la de PLM, el menor cociente nos dará el componente limitante. En la tabla 11 el menor cociente corresponde a la resina Nitrato de celulosa ( $3.0/5.0 = 0.6$ ), esto significa que se podrá usar como máximo un 60% de PLM en la reformulación.

Tabla 11: Composición - tinta blanca Supergloss y PLM base blanca.

Componentes básicos	Materia Prima	FO Blanco Supergloss	PLM Base blanca
Aditivos	Cera	5.0	0.0
	Croda	5.0	0.0
Resinas	Poliamida al alcohol	15.0	15.0
	Nitrato de celulosa	3.0	5.0
Pigmentos	Dióxido de Titanio	40.0	50.0
Solventes	n-propanol	20.0	30.0
	Acetato de Etilo	12.0	0.0
Total		100.0	100.0

Fuente: Elaboración Propia.

La reformulación de la tinta blanca Supergloss usara 60% de PLM y 40% de materia prima.

En la tabla 12 se muestra como se calculara la cantidad de materia prima: en la columna “a” se coloca la fórmula del blanco Supergloss (100%), en la columna “b” la fórmula del PLM base blanca multiplicada por 0,6 (componente limitante, 60%) y en la columna “c” la resta entre la columna “a” y “b” (esta resta representa la cantidad de materia prima, 40%).

Usando el balance de masa logramos reformular la tinta blanca Supergloss:

$$\text{Tinta blanca Supergloss} = \text{PLM Base Blanca} \times 0,6 + \text{Materia Prima} \dots (1)$$

En la tabla 13 se observa que en una orden de producción de 100.0 kg de tinta se recupera 60.0 kg de PLM, los 180.0 kg existentes se usaran en la producción de tres lotes de tinta.

Tabla 12: Cálculo de la materia prima necesaria para reformulación de tinta Blanco Supergloss usando PLM base blanca.

Componentes básicos	Materia Prima	Blanco Supergloss	PLM base blanca x 0,6	Blanco Supergloss – PLM base blanca x 0,6
		a	b	c = a-b
Aditivos	Cera	5.0	0.0	5.0
	Croda	5.0	0.0	5.0
Resinas	Poliamida al alcohol	15.0	9.0	6.0
	Nitrocelulosa	3.0	3.0	0.0
Pigmentos	Dióxido de Titanio	40.0	30.0	10.0
Solventes	n-propanol	20.0	18.0	2.0
	Acetato de Etilo	12.0	0.0	12.0
TOTAL		100.0	60.0	40.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Composición de tinta Original Vs tinta Modificada.

Componentes básicos	Materia Prima	Blanco Supergloss F.de tinta original FO	Blanco Supergloss F. de tinta modificada FM
Aditivos	Cera	5.0	5.0
	Croda	5.0	5.0
Resinas	Poliamida al alcohol	15.0	6.0
	Nitrocelulosa	3.0	0.0
Pigmentos	Dióxido de Titanio	40.0	10.0
Solventes	n-propanol	20.0	2.0
	Acetato de Etilo	12.0	12.0
PSG	Base blanca	-	60.0
Total		100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Ensayo de Laboratorio y Control de Calidad

En laboratorio se hace el ensayo de la FO y la FM a las mismas condiciones y usando los mismos lotes de materia prima. Luego se realiza el control de calidad a ambas tintas y se comparan los resultados con los valores estándar. En la tabla 14 podemos observar que las propiedades de las tintas FO y FM están dentro de las tolerancias especificadas para la tinta blanca Supergloss. Con el control de calidad conforme se procede a aprobar la reformulación y se produce un lote industrial.

Tabla 14: Control de calidad – Valor estándar Vs FO, FM.

Propiedades	Valores estándar	Blanco Supergloss F.de tinta original FO	Blanco Supergloss F. de tinta modificada FM
Viscosidad Zahn 2 (segundos)	52 ± 6	51	55
Viscosidad Zahn 3 (segundos)	14 ± 2	13	15
Envejecimiento Zahn 3 (3dias,60°C) (segundos)	15 ± 3	15	15
% de sólidos	68 ± 2	68	69
Brillo 60° UG	55 ± 5	54	56
Opacidad %	15 ± 5	15	16
R. al Bloqueo	Bueno	Bueno	Bueno
R. al Rasguño	Bueno	Bueno	Bueno
R. al Doblado	Bueno	Bueno	Bueno
Adherencia	Bueno	Bueno	Bueno

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Otros usos para productos de lento movimiento

Cuando un producto es no compatible con las líneas actuales que se producen se tienen dos opciones:

- Formular con ellos pintura de mantenimiento industrial, estas pinturas son usadas para pintar paredes, estructuras de fierro, madera y como pintura tráfico.
- Formular líneas de bajo costo, de menor calidad.

### **3.2.1. Pintura de mantenimiento industrial**

El proyecto de formular pintura de mantenimiento industrial surge con la finalidad de dar uso a productos de lento movimiento que no podían usarse en la reformulación de tintas y generar un ahorro en la compra de pinturas. La planta de producción se pinta dos veces al año y antes de formular pintura de mantenimiento industrial se gastaba una considerable cantidad de dinero en comprar pintura. Hay líneas de tinta que no son compatibles con las actuales que se producen, una de estas líneas está hecha en base a resina vinílica (resina principal y solvente acetato de etilo), la cual tiene excelentes propiedades para ser usada como recubrimiento por dos razones:

- Cuando se seca el recubrimiento vinílico no es inflamable y
- Tiene una buena resistencia química a la intemperie.

Las primeras pruebas con tintas vinílicas fueron aplicándolas en pared y en estructuras metálicas. Una de las propiedades a evaluar es la brochabilidad, término técnico usado por los fabricantes de pinturas, se define como la mayor o menor facilidad de aplicación a brocha que tiene una pintura. Depende fundamentalmente de la resina empleada en su fabricación y del tipo y cantidad del disolvente que contiene. La brochabilidad está asociada a la viscosidad de la pintura, brochabilidad difícil es cuando la pintura se pone viscosa por ser sus solventes muy volátiles, brochabilidad fácil es cuando la viscosidad de la pintura se mantiene homogénea.

En la evaluación inicial se observa brochabilidad difícil y secado acelerado, estas características hacían difícil su aplicación debido a que la tinta se secaba en el pelo de la brocha y no dejaba que se aplique uniformemente en la superficie. La opacidad es baja y el brillo alto, estas características son adecuadas para estructuras metálicas, la pintura para pared necesita mayor opacidad y apariencia

mate. Se observó también que la película se quebraba con el paso del tiempo en ambas superficies.

Tabla 15: Evaluación inicial de tinta Vinílica como pintura.

Propiedades	Pared	Estructura metálica
Brochabilidad	Difícil	Difícil
Secado	Acelerado	Acelerado
Opacidad, Brillo	Transparente, alto brillo	Transparente, alto brillo
Película	Quebradiza a 12 horas	Quebradiza a 24 horas

Fuente: Elaboración propia.

Para mejorar las propiedades de la tinta vinílica y lograr desarrollar una pintura de mantenimiento industrial a partir de ella, se hicieron las siguientes pruebas:

- a) Brochabilidad y Secado.- El primer problema que se trató de solucionar fue mejorar el secado de la tinta y la brochabilidad, para ello se hicieron pruebas usando solventes retardantes de secado como el n-propanol, metoxi propanol y etoxi propanol. Se mezcla tinta vinílica con 10%, 15% y 20% de solventes retardantes se mide el tiempo de secado y se evalúa la brochabilidad. Las mezclas para realizar las pruebas se rotularon de la siguiente manera:

Mezcla 1A:	Tinta vinilica + 10% de n-propanol
Mezcla 1B:	Tinta vinilica + 15% de n-propanol
Mezcla 1C:	Tinta vinilica + 20% de n-propanol
Mezcla 2A:	Tinta vinilica + 10% de metoxi propanol
Mezcla 2B:	Tinta vinilica + 15% de metoxi propanol
Mezcla 2C:	Tinta vinilica + 20% de metoxi propanol
Mezcla 3A:	Tinta vinilica + 10% de etoxi propanol
Mezcla 3B:	Tinta vinilica + 15% de etoxi propanol
Mezcla 3C:	Tinta vinilica + 20% de etoxi propanol

El secado se retarda mayor cantidad de minutos al agregar los solventes metoxi propanol y etoxi propanol como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16: Pruebas de Secado y Brochabilidad.

Mezcla Prueba	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Secado (minutos)	1	1,5	2	2	3,5	5	2	3,5	5
Brochabilidad	Difícil	Difícil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil

Fuente: Elaboración propia.

La brochabilidad se hace fácil (viscosidad homogénea) cuando el secado es 2 minutos esto evita que se seque en el pelo de la brocha y se distribuya mejor sobre la superficie del metal y pared. El metoxi propanol y el etoxi propanol ayudan a mejorar el secado y la brochabilidad en igual grado se decide usar etoxi propanol por su menor grado de toxicidad.

- b) Opacidad y brillo.- La mayor área a pintar es pared (cerco perimétrico y paredes de planta) para pintar esta superficie se necesita que la pintura tenga poder cubriente y apariencia mate. Se hacen pruebas con dos materias primas que pueden darle las características deseadas: Pigmento blanco mate (dióxido de titanio) y Carbonato de calcio (tiza). La prueba usando pigmento blanco mate (dióxido de titanio) debido a su elevado costo se descartó. La prueba usando carbonato de calcio (tiza) un aditivo usado en las tintas al agua, se hizo mezclando tinta vinílica con 5%, 10% y 15% de carbonato de calcio.

Tabla 17: Pruebas de Opacidad y Secado

Mezcla Prueba	Tinta vinílica + 5% tiza	Tinta vinílica + 10% tiza	Tinta vinílica + 15% tiza
Opacidad	Transparente	Opaco	Opaco +
Brillo	Brillante	Mate	Mate +

Fuente: Elaboración propia.

Al agregar tiza en 10% y 15% mejora la opacidad de la tinta Vinílica y baja el brillo como se ve en la tabla 17.



- c) Flexibilidad de la película.- Se logró mejorar la brochabilidad y secado, también la opacidad y obtener menor brillo, pero aun la tinta se quebraba con el paso del tiempo. En el mundo de las tintas este problema se mejora añadiendo plastificante para mejorar la flexibilidad de la película, siguiendo este principio se hacen pruebas añadiendo 2%, 5% y 10% de plastificante a nuestra tinta Vinílica reforzada, obteniendo buenos resultados en la flexibilidad y durabilidad de película con 5% y 10%.
- d) Formulación y ensayo en laboratorio.- En el proceso de transformar la tinta vinílica en una pintura de mantenimiento industrial se hicieron una gran cantidad de formulaciones, obteniendo buenos resultados con 3 de ellas.

Tabla 18: Composición de pinturas de mantenimiento industrial.

Formula Componentes	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Tinta Vinílica	60,0	64,0	63,0
Etoxi propanol	15,0	15,0	17,0
Tiza	15,0	12,0	11,0
Plastificante	8,0	7,0	7,0
Cera	2,0	2,0	2,0
Total	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Evaluación de alternativas de pintura de mantenimiento industrial.

Formula Pruebas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Brochabilidad	Fácil	Fácil	Fácil
Secado (minutos)	3,5	3,5	3,5
Opacidad	Opaco +	Opaco	Opaco -
Brillo	Mate +	Mate	Mate -
Película	Uniforme 30 días	Uniforme 30 días	Uniforme 30 días

Fuente: Elaboración propia.

e) Costo de pintura de mantenimiento Industrial.- Se costeo las tres alternativas y se comparo contra el costo de una pintura de mantenimiento industrial del mercado peruano.

Tabla 20: Comparación de costos de pintura industrial.

Tipo de Pintura	Industrial	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo \$ / Kg	8,0	6,5	6,0	5,5

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se observa que las tres alternativas de pintura formuladas tienen un costo menor al de un producto comercializado en el mercado peruano. La planta de tintas se pinta dos veces al año y se usan 500 kg de pintura en cada mantenimiento. Usando la pintura de menor costo en el mantenimiento de la planta se ahorrara 2,5 dólares por kg, esto representa 2,500 dólares de ahorro por año y se usara 630 kg tinta vinílica que se encuentra como PLM.

### 3.2.2. Tintas de bajo costo

Para formular tintas de bajo costo se usan tintas no compatibles con las líneas que se producen actualmente. Se evalúa la tinta, se miden sus propiedades y se identifica en qué tipo de sustrato se puede imprimir. Para poder comercializar la tinta se mejoran sus propiedades agregando aditivos. La adherencia mejora agregando promotor de adherencia, la resistencia al bloqueo mejora agregando croda y la resistencia al rasguño mejora agregando cera.

Un ejemplo de formulación de tintas de bajo costo: Convertir una tinta de laminación en una tinta de superficie. Las tintas al solvente se clasifican en:

- Tinta de laminación, son tintas que no estarán expuestas directamente a la intemperie (frote, rasguño de los usuarios), tendrán una película que las protegerá y están unidas por un adhesivo.

- Tinta de Superficie, son tintas que estarán en contacto directo con los usuarios por ello tienen en su formulación aditivos de superficie (croda y cera) que los protegerán del contacto con los usuarios y la intemperie.

Una tinta de superficie no se puede laminar porque el adhesivo pierde su poder de adherencia cuando entra en contacto con los aditivos de superficie. Tenemos una tinta amarilla Lamiflex esta tinta está hecha con resina poliamida reactiva y se usa para laminación de película BOPP (polipropileno bi – orientado), está considerada como PLM porque el cliente dejó de comprarla por encontrar problemas de bloqueo en las bobinas impresas. Al evaluar la tinta se encuentra que no es compatible con las líneas producidas actualmente (la resina poliamida reactiva se usaba solo para formular esta línea de tintas), se puede imprimir en BOPP pero no pasa la prueba de bloqueo, para mejorar el bloqueo se agregara croda al agregar este aditivo la tinta ya no podrá usarse en laminación, la tinta de bajo costo obtenida será una tinta de superficie.

Tabla 21: Composición de Amarillo Lamiflex y tintas de superficie (Pruebas 1, 2 y 3).

Componentes		Amarillo Lamiflex	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Solvente	n-propanol	62,0	60,2	58,6	58,6
Pigmento	Pigmento amarillo 13	15,0	14,6	14,1	14,1
Resina	Poliamida reactiva	17,0	16,6	16,1	16,1
	Nitrocelulosa	0,0	0,0	0,0	1,9
Aditivos	Plastificante	2,0	1,9	1,8	1,8
	Promotor de adherencia	3,0	2,9	2,8	2,8
	Croda	1,0	2,4	3,8	2,8
	Cera	0,0	1,4	2,8	1,9
Total		100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En la prueba 1 se agregó 1,5 % de cera y croda, en la prueba 2 se agregó 3% de cera y croda estos aditivos convertirán la tinta de laminación en una de superficie y mejoraran su resistencia al bloqueo. En la prueba 3 se agregó 2,0 % de cera, croda y resina de nitrato de celulosa la resina puede hacer la película más dura lo cual mejorara el bloqueo.

La prueba 1 mejoro la resistencia al bloqueo, el brillo es bueno y la resistencia al rasguño es regular. La prueba 2 mejoro la resistencia al bloqueo, el brillo es malo y tiene buena resistencia al rasguño. La prueba 3 tiene buena resistencia al bloqueo, buen brillo y buena resistencia al rasguño.

Tabla 22: Evaluación de propiedades de superficie Amarillo Lamiflex y tintas de superficie (Pruebas 1,2 y 3).

Propiedades	FO: Amarillo Lamiflex	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Bloqueo	Mala	Buena	Buena	Buena
Brillo 60° UG	65±4	61	55	62
Resistencia al rasguño	Mala	Regular	Buena	Buena

Fuente: Elaboración propia.

En este caso se selecciona la prueba 3 como la tinta que presenta mejores propiedades de superficie, el área de ventas puede comercializar esta tinta a un costo bajo porque está formulada a partir de un PLM.

### 3.2.3. Productos sin valor de uso (Castigo)

Son aquellos productos que no sirven para ser usadas en la fabricación de tintas flexográficas y no se les puede dar un uso alternativo.

Tienen las siguientes características:

- Tinta vencida reseca, rancia o incompatible con líneas usadas actualmente por nuestros clientes.

- Tinta PSG reseca, con separación de fases, contaminada o incompatible con líneas producidas actualmente.
- Materia prima vencida o incompatible con productos usados en la fabricación de tintas.

Estos productos son ingresados en el almacén de productos obsoletos y una vez al año son retirados de la planta y confinados por una empresa de residuos sólidos.

### 3.3. Análisis de Resultados de Recuperación de Productos de Lento Movimiento

El proceso de recuperación de PLM tiene el objetivo de recuperar la mayor cantidad posible de productos. En la figura 22 se observa que los PLM se recuperan reformulando tintas si FO y PLM son compatibles y dando usos alternativos si FO y PLM son no compatibles.

La mayor cantidad de PLM se recupera por reformulación de tintas, al iniciar la aplicación del proceso se tenían almacenados 350 toneladas de PLM.

Tabla 23: PLM almacenados – Enero 2011.

Tipo de Lote	Rango en kg	N° de lotes	PLM (ton)
Pequeño	1 a 18	2100	35
Mediano	19 a 360	500	115
Grande	$\geq$ a 361	100	200
Total		2700	350

Fuente: Elaboración propia.

Los lotes grandes ( $\geq 361$ ) representan la mayor cantidad de PLM almacenado. Los PLM de lote pequeño, mediano y grande son evaluados de la misma forma para poder usarlos en las reformulaciones.

El proceso logro recuperar 70 ton de PLM el año 2011, 81 ton el año 2012 y solo 53 ton el año 2013 (ver tabla 24). El año 2013 se reportó la recuperación en dólares la cual fue \$ 181,680.0 (ver tabla 25).

Tabla 24: Recuperación de PLM en Toneladas, Tintas Graficas Vencedor S.A. (años: 2011, 2012,2013).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2011 (Ton/mes)	3	5	7	5	6	7	4	4	5	6	8	10	70
2012 (Ton/mes)	6	7	8	5	7	8	6	8	7	5	6	8	81
2013 (Ton/Mes)	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Recuperación de PLM, en toneladas y dólares, Tintas Graficas Vencedor S.A. (año 2013).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2013 (Ton/mes)	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	53
2013 (Mil\$/mes)	17.5	12.8	21	14.8	13.2	16	19.8	12	14	15.5	21.6	15	181.68

Fuente: Elaboración propia.

Los dos primeros años se recuperó una gran cantidad de productos, en el año 2013 el proceso comenzó a ser menos eficiente (se presentaron reclamos por demora en entrega de reformulaciones y la cantidad recuperada fue menor), se analizó la causa revisando los registros de reformulaciones y los informes de recuperación de años anteriores. Los registros de reformulaciones muestran que en el año 2013 se realizaron más ensayos que en los dos primeros años, es decir se trabajó más y se recuperó menos cantidad. Los resultados de años anteriores muestran que los dos primeros años se recuperó gran cantidad de lotes grandes y en el 2013 se inicia la recuperación de lotes medianos y pequeños (Por quedar poco PLM lote grande) ver tabla 26.

Tabla 26: PLM recuperado por tipo de lote años 2011, 2012,2013.

Tipo de Lote	Rango ( kg)	ENE 2011 PLM (ton)	Recuperado Año 2011 PLM (ton)	Recuperado Año 2012 PLM (ton)	Recuperado Año 2013 PLM (ton)	ENE 2014 PLM (ton)
Pequeño	1 a 18	35	2	1	10	22
Mediano	19 a 360	115	8	10	14	83
Grande	≥ a 361	200	60	70	30	40
Total (ton)		350	70	81	54	145

Fuente: Elaboración propia.

La causa en la demora de reformulaciones es el mayor número de ensayos realizados. Se realizan mayor número de ensayos por tener en almacén de PLM gran cantidad de lotes medianos y pequeños. (Recordar que a un lote pequeño, mediano o grande se realiza el mismo número de ensayos). También fueron reportados algunos problemas que retrasaban la producción de tintas:

Una tinta FM muchas veces queda incompleta por no encontrar el PLM que se debía agregar (No existía un almacén de PLM, estos productos estaban ubicados en varios almacenes de planta) y cuando se usaba un PLM lote pequeño se



retrasaba la producción de la tinta por el tiempo que empleaba el operario en buscar el PLM (2100 lotes pequeños).

### **3.3.1. Propuestas de Mejora al proceso de Recuperación de Productos de Lento Movimiento**

Para obtener mejores resultados es necesario mejorar el proceso de recuperación de PLM. Se proponen las siguientes mejoras: fabricar compositos y simplificar el proceso de reformulación de tintas.

#### **a) Fabricación de compositos**

Se clasificarán PLM de lote mediano y pequeño que sean compatibles y se agruparán por colores similares, luego se mezclarán para obtener un nuevo producto el que se usará en las reformulaciones. Al convertir diez lotes pequeños o medianos en un lote grande, se realizará un menor número de ensayos. La fabricación de compositos permitirá reducir espacio en almacenes y ubicación rápida de productos PLM usados en la fabricación de tintas.

#### **b) Simplificación del proceso de reformulación**

Consiste en mezclar tintas FO con tintas refrescadas. Una tinta refrescada es un PLM el cual ha sido reprocesado y tiene un balance correcto de aditivos, resina, pigmentos y solventes, la tinta refrescada puede tener algunas características fuera de estándar: brillo bajo o alta viscosidad, sin embargo esta tinta es compatible y tiene un balance de masa similar a la FO. El proceso de reformulación es largo (prueba de compatibilidad, balance de masa, ensayos de laboratorio y control de calidad), el uso de tintas refrescadas lo simplifica (ya no será necesaria la prueba de compatibilidad y el balance de masa). Esta propuesta permitirá reducir el tiempo de reformulación de una tinta.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

1. El proceso de recuperación de productos de lento movimiento permitió usar productos que no tenían valor comercial y liberar espacio en almacenes.
2. La recuperación de productos expresada en Miles \$ por mes permite visualizar el gran aporte económico que genera esta actividad a una Fábrica de tintas flexográficas.
3. Para que el proceso de recuperación de productos de lento movimiento sea más eficiente debe ser mejorado periódicamente, una herramienta importante de análisis son los resultados obtenidos en años anteriores.
4. La fabricación de compositos y tintas refrescadas permitirán mejorar la eficiencia del proceso de recuperación de productos de lento movimiento.

### **4.2. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer un inventario actualizado del almacén de productos de lento movimiento, rotular todos los productos indicando el motivo por el cual no se pueden comercializar.
2. Analizar todos los productos de lento movimiento y clasificar cuales se pueden recuperar y los que pasaran al almacén de obsoletos.
3. Los productos de lento movimiento no se encuentran en un solo lugar en la planta, para poder ubicarlos fácilmente se recomienda destinar un área del almacén de materia prima para colocar solo estos productos.
4. El informe espera servir de referencia a fábricas de tintas flexográficas que tengan dificultades para recuperar productos de lento movimiento.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### 5.1. Bibliografía

- Anguita, J. (2011). La Flexografía de Alta Calidad. (1<sup>ra</sup> ed.). España: Technologic Tapes, S.L.
- Anticona, E. (2013). Desarrollo de Tintas Flexográficas para Impresiones de Laminación y Superficie. Informe de Suficiencia. Perú: FIQT-UNI.
- Cotton, J. Sheldon, H. Lankford, J. Ely, J. (1980). Flexografía Principios y Prácticas. (3<sup>ra</sup> ed.).USA: Flexographic Technical Association.

### 5.2. Fuentes Electrónicas

- Boluda, J. (2012). Flexografía Básica. Recuperado de :  
<http://es.scribd.com/doc/91935929/Flexografia-basica>
- Gallus, F. (2012). Factores que afectan el proceso de impresión flexográfica. Recuperado de:  
[http://www.gallus-group.com/es/desktopdefault.aspx/tabid-366/547\\_read-1417/](http://www.gallus-group.com/es/desktopdefault.aspx/tabid-366/547_read-1417/)  
[http://www.gallus-group.com/es/desktopdefault.aspx/tabid-367/533\\_read-1509/](http://www.gallus-group.com/es/desktopdefault.aspx/tabid-367/533_read-1509/)
- Salazar, C. (2010). Nitrocelulosa – Manual Técnico de Aplicación. Recuperado de: <http://www.salazarsa.com/nitrocelulosa.htm>