



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

**PROCEDIMIENTO PARA OPTIMIZAR EL FLUJO DE LAS
OPERACIONES EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN
SERIGRÁFICA.**

Erick Roberto López Hernández

Asesorado por el Ing. Marlon Rolando Girón Avalos

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCEDIMIENTO PARA OPTIMIZAR EL FLUJO DE LAS
OPERACIONES EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN
SERIGRÁFICA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ERICK ROBERTO LÓPEZ HERNÁNDEZ

ASESORADO POR EL ING. MARLON ROLANDO GIRÓN AVALOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
SECRETARIA	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Rolando Chávez Salazar
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batén Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Lenny Virginia Gaitan Rivera

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:

PROCEDIMIENTO PARA OPTIMIZAR EL FLUJO DE LAS OPERACIONES EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN SERIGRAFICA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de abril de 2005.

ERICK ROBERTO LÓPEZ HERNÁNDEZ

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Gilda Hernández Mollinedo y Luis Rolando López García, por su amor y apoyo incondicional; gracias por sus cuidados, gracias por hacer de mí un hombre de bien.

Mi esposa

Leslie Vanessa Alonzo Ojeda, por estar conmigo en la buenas y en las malas, compartiendo mis ilusiones y sueños.

Mi hermano

Luis Alejandro López Hernández, por estar conmigo, compartiendo mis ilusiones y por darme ánimos para culminar mi carrera.

A mi familia

Por tener siempre su apoyo incondicional.

Mis amigos

Quienes me vieron crecer y estuvieron conmigo, desde el comienzo hasta el final.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por darme la vida, la inteligencia y el deseo de estudiar y culminar esta carrera; la que voy a ejercer en su nombre y con los valores que encierra la ética profesional.

La Facultad de Ingeniería

Con gratitud por la formación profesional.

Ing. Marlon Girón

Por brindarme su asesoría y apoyo.

Las autoridades de piasa

Por la oportunidad que me brindaron para realizar el trabajo de graduación en sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XXXI
OBJETIVOS	XXXIII
INTRODUCCIÓN	XXXV
1. GENERALIDADES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN SERIGRÁFICA	1
1.1 Orígenes de la impresión serigráfica en Guatemala	1
1.1.1 Inicios de la industria serigráfica	5
1.1.2 Crecimiento de la industria serigráfica.....	7
1.2 Materia prima utilizada en el proceso de serigrafía.....	7
1.2.1 Serigrafía aplicada a materiales flexibles	7
1.2.2 Serigrafía aplicada a materiales rígidos.....	8
1.3 Maquinaria para serigrafía	12
1.3.1 Quemador de marcos	12
1.3.2 Máquina de impresión serigráfica.....	13
1.3.3 Banda transportadora.....	22
1.3.4 Curado de tintas	22
1.4 Técnicas.....	28
1.4.1 Serigrafía manual	79
1.4.2 Serigrafía automatizada.....	80
1.5 Tipos de productos que se producen.....	81
1.5.1 Playeras.....	81
1.5.2 Afiches.....	82
1.5.3 Calcomanías.....	82
1.5.4 Mantas.....	82
1.6 Descripción del mercado	83

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN	85
2.1 Coordinación de actividades	85
2.2 Áreas de trabajo.....	86
2.2.1 Verificación de positivos.....	87
2.2.2 Lavado de marcos	87
2.2.3 Tensado de seda para marcos	87
2.2.4 Quemado de marcos	88
2.2.5 Impresión.....	88
2.2.6 Secado	89
2.2.7 Producto terminado	89
2.3 Jornadas laborales.....	91
2.3.1 Diurna.....	91
2.3.2 Nocturna.....	92
2.4 Tipo de proceso	92
2.5 Descripción del equipo principal	92
2.5.1 Marcos para impresión	92
2.5.2 Máquina de quemado de marcos	93
2.5.3 Máquina de impresión	93
2.5.4 Lámpara UV para el secado de tintas.....	94
2.6 Descripción del equipo auxiliar	95
2.6.1 Equipo para tensar seda de marcos	95
2.6.2 Equipo para calibrar tensado de marcos	96
3. ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL DE SERIGRAFÍA	97
3.1 Descripción del proceso de serigrafía.....	97
3.1.1 Verificación de positivos	97
3.1.2 Lavado de marcos	99
3.1.3 Tensado de seda para marcos	100
3.1.4 Quemado de marcos	100
3.1.5 Impresión.....	101

3.1.6	Secado	101
3.1.7	Empaque y acabados	102
3.2	Diagramas de producción actuales.....	102
3.2.1	Diagrama de flujo de operaciones actual.....	102
3.2.2	Diagrama de distribución de la planta actual	106
3.2.3	Diagrama de recorrido actual	107
3.3	Análisis de diagramas actuales.....	108
3.3.1	Análisis de las operaciones	108
3.3.2	Análisis de la distribución actual de la planta	111
3.3.3	Análisis del diagrama de recorrido actual	111
4.	MÉTODO PROPUESTO PARA LA IMPRESIÓN SERIGRÁFICA	113
4.1	Diagramas propuestos.....	113
4.1.1	Diagrama de flujo de operaciones propuesto	115
4.1.2	Diagrama de distribución de la planta propuesto.....	117
4.1.3	Diagrama de recorrido propuesto	118
4.2	Análisis de diagramas propuestos	119
4.2.1	Análisis de las operaciones	119
4.2.2	Análisis de la distribución propuesta de la planta	119
4.2.3	Análisis del diagrama de recorrido propuesto.....	119
4.3	Análisis económico del método propuesto.....	120
4.3.1	Identificación de los costos del nuevo método	120
4.3.2	Análisis de los costos del nuevo método	121
5.	SEGUIMIENTO DEL MÉTODO PROPUESTO.....	123
5.1	Responsables del seguimiento	123
5.2	Registros de seguimiento	124
5.2.1	Verificación de positivos	125
5.2.2	Lavado de marcos	126
5.2.3	Tensado de seda para marcos	127

5.2.4 Quemado de marcos	128
5.2.5 Impresión.....	129
5.2.6 Secado	130
5.2.7 Empaque y acabados.....	131
5.3 Periodicidad de actualización del método.....	132
5.3.1 Vigencia.....	132
5.3.2 Actualización	132
5.3.3 Responsables de la actualización	132
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. La Diaphane diseñado en 1890	2
2. Estampado por serigrafía	6
3. Esquema de serigrafía manual	80
4. Organigrama departamento de producción	85
5. Distribución de área del departamento de producción	90
6. Máquina tipo carrusel	93
7. Banda transportadora y horno de secado	94
8. Equipo para tensado de marcos	95
9. Tensiómetro	96
10. Película de color para aplicación de color negro	99
11. Flujo de operaciones serigrafía	103
12. Resumen diagrama de flujo actual	105
13. Distribución actual de la planta	106
14. Diagrama de recorrido actual	107
15. Resumen diagrama de flujo propuesto	114
16. Diagrama de flujo propuesto	115

17. Diagrama de recorrido propuesto	117
18. Diagrama de recorrido propuesto	118
19. Registro de verificación de positivos	125
20. Registro lavado de marcos	126
21. Registro tensado de marcos	127
22. Registro quemado de marcos	128
23. Registro impresión	129
24. Registro secado	130
25. Registro empaque y acabados	131

GLOSARIO

Abrasión	Desgaste producido por el roce o fricción.
Acetato	Material plástico transparente e incoloro muy utilizado en embalajes de regalos.
Acido	Compuesto corrosivo, que forma sales en combinación con una base
Acrilonitrilo	Una variedad de caucho sintético
Activador	Ver sensibilizador o catalizador.
Adhesivo de mesón	Adhesivo para fijar provisoriamente los soportes o piezas al mesón durante la impresión y así evitar que se adhieran a la malla.
Aglutinante	Elemento para mantener cohesionados entre sí materiales como resinas y pigmentos.
Álcali	Compuesto químico básico, usado en el proceso serigráfico.
Angulación	En una película tramada se refiere al ángulo de la línea de puntos con respecto a un eje horizontal o vertical de la imagen. Ángulo entre las líneas de puntos de una película tramada y la trama de la malla.

Arte	Ver original.
Autoadhesivo	Lámina adhesiva imprimible, transparente o coloreada, de papel, plástico, tela o lámina metálica, adherida provisoriamente a una lámina de papel.
Autopolimerizable	Término aplicado a un proceso químico que no requiere de agentes externos para polimerizar. Pastas textiles que no necesitan de fijado por calor.
Autorreticulable	Ver autopolimerizable.
Autosolvente	Tintas sintéticas a base de solvente que se caracterizan por adquirir densidad en forma uniforme al perder solvente y por no formar una capa dura e insoluble en los tarros.
Base blanca	En textil y gráfica se refiere a la impresión con tinta blanca cubriente como fondo de los demás colores que se imprimirán a continuación.
Base cubriente	En textil se refiere a las pastas de estampado con la cualidad de cubrir el color del soporte.
Base normal	En impresión textil se refiere a las pastas de estampado sin poder de cubrir y que se emplean en telas blancas o de color claro.
Bastidor	Marco que posee una malla serigráfica adherida y tensada formando una pantalla.
Batidora	Aparato para preparar y mezclar tintas.

Bencina	Ver gasolina.
Bicromato	sal del ácido bicrómico, así se le llama también al bicromato de amonio o de potasio.
Bloqueador	Sustancia líquida y densa para retocar y tapar aberturas de la matriz y que debe ser resistente a la tinta empleada en la impresión. Como bloqueador se utiliza emulsión sensibilizada o no sensibilizada dependiendo de la tinta con que se imprimirá.
Calce	Véase registro.
Calcomanía	Impresión sobre un papel especial, para que posteriormente esa impresión sea transferida a un soporte final.
Canoa de emulsionado	Perfil metálico en forma de canoa utilizado para aplicar foto emulsión a la malla.
Cara exterior	Cara de la pantalla o bastidor que se coloca en contacto con el soporte o pieza que se imprimirá.
Cara interior	Cara de la pantalla por donde se coloca tinta y se pasa la racleta.
Catalizador	Producto químico que acelera o completa la reacción de un compuesto.
Chablón	Ver matriz.
Clisé	Ver matriz
Clavadora	Aparato con forma de pistola utilizado para clavar grapas o corchetes.

Color plano	Área de color uniforme o parejo, sin matices, tonos, tramas ni degradados.
Componedora	Ver fotocomponedora.
Computación gráfica	Diseño, composición y retoque de imágenes por medio de computadoras y programas de manejo gráfico.
Contactera	Equipo para obtener un estrecho contacto entre una película y el material sensible que efectuará el copiado de esa película.
Contacto	Proceso y/o equipo para obtener una unión estrecha de una película con un material sensibilizado, malla emulsionada o película virgen según el caso, para obtener un copiado o traspaso por exposición a la luz.
Contraracleta	En las máquinas impresora automáticas o semiautomáticas es una hoja de metal, plástico o goma que recubre de tinta la matriz luego de la pasada de la racleta.
Copage	Pasta o base normal de tintas textil a base de resinas acrílicas y de uso en la impresión de telas blancas con poco o nada de contenido sintético.
Corrosivo	Producto con capacidad de disolver químicamente los materiales y provocar quemaduras en la piel.

Cruces de registro	Marcas en cruz que en el original y las películas sirven de referencia para el registro y ajuste de los diferentes colores.
Cuatricromía	Proceso de reproducción tramada que utilizando solo cuatro colores; azul , amarillo, rojo y negro, logra en la impresión la ilusión óptica de poseer todos los demás colores.
Cubriente	Capacidad de una tinta de cubrir o tapar con su propio color el color del soporte sobre el cual ha sido impresa.
Cuenta-hilo	Lupa o película de finas líneas utilizado para determinar la lineatura de una malla
Decapante	Ver desemulsionador.
Definición	Capacidad de un material o proceso de mantener fidelidad de reproducción.
Degradé	Variación gradual de matiz o tono en una impresión, obtenido por un tramado en degrade, o al mezclar tintas de diferente color en la pantalla.
Descalce	Incongruencia de la posición entre dos o más elementos, entre el soporte y los topes, o entre uno y otro color adyacente en la impresión, o entre un bastidor textil y el correspondiente riel y tope.
Desemulsionador	Producto líquido, en gel o pasta utilizada para retirar la emulsión de la malla.
Desemulsionar	Retirar la emulsión de la malla.

Desengrasante	Producto específico para remover aceites y grasas de las mallas antes de emulsionarlas.
Diagramar	Ordenamiento de textos e imágenes en un original o en una película.
Diazo	Sensibilizador de emulsiones caracterizadas por su regular definición, baja toxicidad y vida útil de un par de semanas.
Dibujo vectorial	Diseño digital que actúa en base a fórmulas matemáticas para presentar las imágenes y cuyas cualidades son ocupar poco espacio de archivo y mantener definición al ampliar la imagen.
Dispersión	Fina suspensión de materiales sólidos en un medio líquido.
Distorsión	Variación de un aspecto dimensional de una imagen con respecto al original, puede ser alargamiento, achatamiento, curvatura etc.
<i>Dpi</i>	Puntos por pulgadas, se refiere a la definición de las impresoras o componedoras. Puede ser de 300, 600, 800, 1200 o hasta 3000 dpi.
Efecto textura	Efecto observado en la impresión de colores planos, caracterizado por una textura diferente.
Emulsión	Producto que al ser mezclado con un sensibilizador se utiliza para recubrir y grabar pantallas por el método directo de fotograbado.

Emulsionado	Proceso de aplicación de la emulsión a la pantalla para efectuar un fotograbado.
Endurecedor	Líquido que se aplica a las matrices para otorgarles resistencia.
Epóxico	Tintas, barnices o adhesivos que secan, adhieren y endurecen al mezclarse con un catalizador.
Escuadrado	Estructura con sus partes o piezas a un ángulo de 90°
Escurridor	Ver racleta.
Espesante	Producto para otorgar densidad a una tinta.
Estabilidad dimensional	Capacidad de un material de no variar dimensionalmente ante cambios de temperatura o humedad.
Estampado	En ciertos países proceso o impresión serigráfica sobre telas.
Estilógrafos	Lapiceras a tinta, en diferentes grosores de línea, utilizados en dibujo técnico y diseño gráfico.
Exposición	Aplicación de luz a un material fotosensible para provocarle un cambio químico.
Fijado	Ver termofijado.
Fantasma	Ver imagen fantasma
Fijador	En impresión textil con tintas a base de resinas acrílicas se le llama así a una resina que polimeriza por calor, para obtener

resistencia del estampado al lavado y al frote. En fotografía comprende el líquido utilizado para fijar la imagen obtenida en el revelado de la película.

Focal Que irradia o converge de un solo punto o foco.

Fotocomposición Ver componedora

Fotocomponedora Sistema digital-fotográfico de obtención de originales o películas por microprocesador, con resultados de óptima definición.

Fotoemulsión Material sensible a la luz, que aplicado a una malla es utilizado para obtener matrices por fotograbado.

Fotograbado Proceso de obtención de una matriz por copiado o traspaso de una película, utilizando una pantalla, una fotoemulsión, un sistema de contacto y una fuente de luz.

Fotolito Película *lighth* o de alto contraste ya procesada y adecuada para fotograbar.

Fotomecánica En ciertos países proceso fotográfico de reproducción para obtener películas.

Fuentes Tipos de letras de acuerdo a su estilo

Gasolina Líquido inflamable, mezcla de varios hidrocarburos utilizado como combustible de motores y como quitamanchas

Glitter	Tinta plastisol mezclada con finas partículas o escamas de poliéster brillante en colores oro, plata, verde, morado y otros.
Grabado	Ver matriz.
Gramaje	Peso en gramos de una cierta área, un metro cuadrado generalmente, de una hoja de papel o cartón.
Hidrocarburo	Compuestos orgánicos combustibles derivados en su mayoría del petróleo formados principalmente por átomos de hidrógeno y carbono.
Hidrolavadora	Aparato para lavar, que lanza un fuerte chorro de agua a presión.
Higroscópica	Cualidad de algunas sustancia de tomar y ceder humedad
Hojalata	Lámina de hierro recubierta por un tratamiento de estañado en sus dos caras.
Humedad relativa	Porcentaje de la humedad del aire en diferentes temperaturas en que el 100% indica saturación del aire.
Húmedo sobre húmedo	Impresión de un color sobre el anterior aún húmedo
Imagen fantasma	Imagen formada en los hilos de la malla por vestigios de tinta de anteriores impresiones.

Impresora láser	Impresora de computadora con capacidad de entregar buena calidad en originales o películas según más alto sea su definición en dpi.
Infrarroja	Radiación con características térmicas o de transmisión de calor.
Insolado	Exposición para fotograbado utilizando como fuente la luz solar.
Látex	Goma o resina elástica obtenida originalmente de ciertos vegetales y en la actualidad producida en forma sintética.
Ligante	En impresión textil con tintas a base de resinas acrílicas es una sustancia que forma una capa de polímeros con una red de uniones entre las macromoléculas adhiriendo los pigmentos a las fibras de un tejido
Líneas de corte	Líneas que en el original y/o en la película indican la línea por donde se debe cortar un material después de impreso.
Líneas de plegado	Líneas segmentadas que en el original y/o en la película marcan la línea o extremos de la línea por donde se debe efectuar el plegado o doblado de un material impreso.
Líneas por centímetro	Líneas formadas por filas de puntos en un original, una película o un impreso, se cuenta la cantidad de líneas en un centímetro.

Logotipo	Imagen o gráfica de marca de una empresa o producto.
Lupa cuenta-hilo	Pequeña lupa usada en gráfica que cuenta con escala de medición en centímetros y pulgadas.
Luz actínica	Radiación luminosa con la característica de efectuar cambios químicos en materiales fotosensibles.
Luminiscente	Se refiere a aquellas sustancias que emiten luz pero sin emisión de calor.
Lycra	Tela 100% sintética utilizada en prendas deportivas
Malla	Tejido sintético homogéneo muy fino y resistente, utilizado para confeccionar pantallas en serigrafía.
Mapa de bits	Formato de imagen digital conformada por pixeles
Mate	Elemento o color sin brillo. En impresión textil también se usa para indicar tintas cubrientes.
Matriz	Imagen grabada en una pantalla y que permite el paso, a través de ella, de las tintas serigráficas.
Matrizado	Proceso de confeccionar una matriz.

Medio tono	Imagen en que las diferentes tonalidades se obtienen por puntos de diferente tamaño de acuerdo al porcentaje de luz o sombra de las áreas que representan.
Melamina	Material plástico resistente y duro empleado en cubiertas para uso en cocina y vajilla en imitación de porcelana.
Mesa de luz	Estructura en forma de cajón con tubos fluorescentes y un vidrio encima, utilizado para fotografiar y también para revisar y retocar películas y matrices. Para fotografiar con buena definición no se usa mesa de luz si no que un solo foco o lámpara de luz.
Mesa de vacío	Aparato para contactar malla y película fuertemente por medio de la presión obtenida por un dispositivo de vacío.
Metraje	En estampado textil, en algunos países, se refiere a la impresión en largos mesones de telas en rollos por metros.
Micra	unidad de longitud también llamado micrón, es la milésima parte de un milímetro.
Migración	Trasferencia de color, solventes o plastificantes en áreas adyacentes de un material.
Moaré	Repetición geométrica u ondulada de imágenes, provocado por la superposición de tramas en ciertos ángulos.

Mojado sobre mojado	Ver húmedo sobre húmedo.
Montaje	Ordenamiento de diversos elementos para formar un diseño o película.
Mosaico	Repetición ordenada de idénticas figuras o motivos en un original o una película con el objeto de reproducir mayor cantidad de unidades con el mismo número de pasadas de impresión.
Negativo	Imagen que reproduce tonos o colores invertidos con respecto a un original.
Neopreno	Caucho sintético con mejores propiedades de resistencia que el caucho natural.
Neumático	Se refiere al dispositivo que trabaja con aire.
Newton	Unidad de fuerza, corresponde a la fuerza que imprime una aceleración de un metro/segundo a una masa de un kilogramo.
Niquelado	Metal al que se le ha aplicado por electrólisis una capa de níquel para conferirle durabilidad.
Nylon	Mate
Objetivo	Se designa así en fotografía al lente o conjunto de lentes que enfocan un objeto.
Offset	Sistema de impresión mecanizado que utiliza rodillos para la transferencia de la tinta
Original	Uno o más elementos gráficos, bien definidos y de buena calidad, utilizados como patrón o modelo para reproducir

Paciencia	Virtud necesaria cuando todo sale mal.
Panó	Ver mosaico.
Pantalla	Malla serigráfica extendida y fija a un marco.
Papel vellum	Papel translúcido que se utiliza como película especialmente para imágenes obtenidas en impresora láser. Su estabilidad dimensional es mejor que el papel diamante.
Papel diamante	Papel translúcido también llamado papel vegetal que se emplea como película, aunque su estabilidad dimensional no es tan buena como el papel vellum.
Pasta de estampación	Mezcla de productos químicos que una vez pigmentados se emplean como tinta en estampado textil, especialmente en estampado con tintas textiles a partir de resinas acrílicas.
Película light	Lámina transparente utilizada en procesos fotográficos, que va cubierta con una fina emulsión presensibilizada que una vez expuesta y revelada presenta áreas opacas y negras en las zonas expuestas la luz, obteniéndose una película de alto contraste para fotografiar en serigrafía.
Película masking	Ver película roja.

Película de recorte	Película roja, naranja, verde u otro color, montada en una lámina transparente, la capa coloreada se recorta y se retiran de ella las partes que no se utilizaran según se desee confeccionar matrices por fotograbado, película roja, o por medio de plantillas de película calada adheridas a la pantalla.
Película roja	Película de color rojo montada en una base transparente, la que se recorta y de ella se retiran ciertas áreas para obtener una imagen para fotografiar.
PH	Él termino indica poder de hidrógeno y es una medida para indicar el grado de acidez y basicidad de una solución, que va de 1 a 14, donde 1 corresponde a ácido fuerte 7 es neutro y 14 es base fuerte.
Pigmentos	Materiales de alta coloración y finamente molidos de procedencia orgánica, mineral o sintética utilizados para dar su color a las tintas.
Pirómetro	Aparato para medir la temperaturas elevadas en lugares donde no resulta práctico o posible el uso de un termómetro.
Pirómetro óptico	Aparato que cuantifica el calor emitido por un objeto en base a las radiaciones que este emite, por lo que se emplea a cierta distancia y apuntando hacia el objeto.

Plotter	Vocablo inglés que designa un aparato trazador para salida de imágenes de un computadora.
Plotter de corte	Dispositivo de calado automático de películas de recorte, controlado por microprocesador o computadora con capacidad gráfica.
Polimerización	Unión química de dos o más moléculas para formar moléculas más grandes, obteniéndose un compuesto con mejores características de cohesión, adhesión, estabilidad y resistencia.
Presecado	Secado a un material antes de su impresión para un control de humedad y/o estabilidad dimensional. Secado parcial a una impresión con tintas plastisol para obtener una semicura antes de la impresión del siguiente color.
Presensibilizado	Material cuya sensibilidad a la luz es otorgada por el fabricante y no por adición de un sensibilizador en el taller.
Pretratamiento	Tratamiento que se hace a un material para asegurar la buena adherencia, de la emulsión en el caso de mallas, o de la tinta en el caso de plásticos.
Pruebas de lavado	Pruebas combinando detergentes en diferente temperatura, frote y agitación para determinar la resistencia de la impresión textil.
Pulpo	Máquina similar a un carrusel para estampar varios colores sucesivamente y con buen

calce, a prendas colocadas en una base llamada camilla o paleta.

Puff

Tinta textil con la cualidad de que una vez impresa y seca se infla al aplicársele calor.

Quemador

Dispositivo a gas que emite una llama uniforme para el pretratamiento de ciertos plásticos.

Quitamanchas

Solvente muy volátil empleado para retirar manchas de las telas.

Quita emulsión

Ver desemulsionador.

Racleta

Ancha espátula de goma utilizada para arrastrar y presionar la tinta a través de la malla serigráfica.

Raedera

Ver racleta.

Rasero

Ver racleta.

Raquelado

Tela sintética utilizada en la confección de chaquetas deportivas, cortavientos y bolsos deportivos.

Recubrir

Procedimiento de aplicar suavemente con la racleta o contraracleta una capa de tinta sobre la imagen inmediatamente después de cada impresión, para evitar que se tape la matriz.

Recuperado

Proceso de limpieza de emulsión y restos de tinta de una matriz para obtener la pantalla limpia para otro fotograbado.

Registro	En una separación de colores es el ajuste de una película con las demás - Ajuste de un color impreso con respecto a otro adyacente - En impresión gráfica ajuste de un soporte en los respectivos topes - En impresión textil ajuste de un bastidor suelto en su riel y tope.
Removedor	Producto líquido, en pasta o gel utilizado para retirar la emulsión de la pantalla. Algunos productos removedores más fuertes además de retirar la emulsión también retiran los restos de tinta.
Resina	Material orgánico de origen natural o sintético, de estado sólido o semisólido, obtenido por reacción química
Resolución	Ver definición.
Revelado	Etapas de procesado con agua de una pantalla emulsionada y recién expuesta, para obtener una matriz. En fotografía se refiere al proceso para hacer visible la imagen latente de una película expuesta.
Reticulante	Sustancia que provoca la formación de retículos o ligazón entre los componentes de un material.
Retiro	Número de impresiones por la cara posterior de un soporte.
Rotativa	Ver pulpo

Sangrado	Migración del tinte pudiendo ser desde las fibras de la tela hacia el estampado o desde el estampado hacia las fibras.
Scanner	Dispositivo de lectura o digitalización de imágenes o textos, para ser ingresados y procesados por computador.
Sensibilizador	Compuesto que al ser aplicado a una solución obtiene que esta sufra cambios químicos al ser expuesto a la luz. Se llama así también al bicromato de amonio y al sensibilizador Diazo.
Serif	Delgadas y finas angulaciones o extremos de ciertos tipos de letras.
Serigrafía	Proceso de impresión que utiliza como matriz una malla grabada en la cual la tinta es transferida al soporte a través de la matriz por medio de una racleta.
Shore	Escala internacional de medición de la dureza de los materiales. Su rango va de cero a 100 <i>shore</i> . Indicando los números más altos las mayores durezas.
Siliconado	Material u objeto al que se le ha aplicado silicona para conferirle propiedades como impermeabilización, fácil despegue de una lámina, fácil deslizamiento, lustre, etc.

Sobreexposición	Exceso de exposición al fotografar, se manifiesta por bloqueo total o parcial de la matriz durante el revelado.
Sobreimpresión	Impresión de un color sobre otro ya sea parcialmente para obtener un tercer color o en una estrecha franja para obtener un calce seguro - Impresión de una capa de barniz o laca sobre todos los colores para otorgar brillo y resistencia
Solvente	Sustancia con capacidad de disolver la que se encuentra en mayor cantidad en una solución.
Solvente orgánico	Líquido compuesto de diferentes hidrocarburos con cierto grado de inflamabilidad y con capacidad de disolver resinas.
Soporte	Pieza, material u objeto que recibe la impresión. Lámina que sostiene las películas de recorte.
Squeege	Ver racleta.
Stencil	Ver matriz.
Subexposición	Falta de exposición al fotografar, se manifiesta por excesivo desprendimiento de la emulsión durante el revelado.

Sublimación	Conversión química por calor de un material, de sólido a vapor y nuevamente a sólido al enfriarse, sin pasar por el estado líquido.
Sustrato	Ver soporte
Tamaño mercurio	Pliego de papel de 110 por 77 cm.
Tamiz	Ver pantalla.
Temporizador	Reloj digital o a cuerda que una vez transcurrido un intervalo determinado de tiempo desactiva o desconecta un circuito eléctrico.
Termo fijado	Aplicación de calor a un estampado textil en base a resinas acrílicas para obtener el polimerizado de la tinta y una mejor adherencia. No se aplica a las tintas autopolimerizables.
Termo moldeado	También llamado termo formado es el proceso de dar forma a un material, generalmente una lámina de plástico impresa en serigrafía, por medio de calor y un molde.
Termostato	Dispositivo que controla y mantiene constante la temperatura de un artefacto.
Tinta oleográfica	Tinta serigráfica a base de resinas y aceites, para utilizar en papel y madera.
Tintas de secado UV	Tintas cuyo secado instantáneo se obtiene sólo por aplicación de radiación ultravioleta.

Tiraje	Se refiere al número de piezas o soportes impresos en una sesión o tanda.
Tiro	Número de soportes impresos por la cara frontal.
Tóner	Finas partículas que forman la imagen en la impresiones de fotocopiadoras e impresoras láser.
Tope	Piezas o elementos para el registro de los soportes a imprimir en impresión gráfica.
Tracción	Fuerza que tira de un objeto provocando su alargamiento o deformación.
Tramas	Distribución geométrica o no de puntos, líneas, figuras o efectos de textura en un papel blanco o película transparente.
Tramas y letras transferibles	Imágenes en una hoja de papel translúcido que se transfieren a otra hoja por presión o al recortarlas y adherirlas.
Transparencia	Capacidad de un material de permitir el paso de la luz a través de él. Película usada para fotografiar.
Troquel	Molde de corte empleado para cortar con un mismo patrón diversos materiales como papel, cartón, láminas plásticas etc.
Ultravioleta	Radiación al extremo del espectro luminoso y que posee la característica de provocar cambios químicos en ciertos materiales.

Urea	Sustancia nitrogenada de color blanco y soluble en agua, empleada en solución al 10% como retardador de secado en las tintas a partir de resinas acrílicas.
Vacuo	Ver mesa de vacío.
Velo	Delgada y transparente capa de emulsión que en una matriz bloquea el paso de la tinta.
Volátil	Se refiere a aquellos solventes de rápida evaporación.
Vinilo	Vocablo para indicar el pvc o cloruro de polivinilo, especialmente aquél laminado.
Zincado	Objeto metálico cubierto con un baño de zinc para protegerlo de la corrosión

RESUMEN

Se evaluó la situación actual de la planta, desde su organización administrativa, distribución de actividades y proceso. Se realizó un análisis de la distribución actual de la planta de serigrafía empezando desde la bodega de materia prima, proceso hasta la bodega de producto terminado. Se identificaron y se trasladaron a un diagrama de flujo de proceso las operaciones del proceso productivo.

El análisis de la situación actual de la planta dio como resultado que, debido al crecimiento de la empresa, el diseño de distribución original ya no es adecuado, por lo que se requiere de cambios. Se identificaron oportunidades de mejora para el flujo de proceso.

Este trabajo propone un método, desde el punto de vista económico, bastante viable en su implementación, ésto debido a que los cambios son sensiblemente moderados y que únicamente requiere de movilización de áreas de trabajo, pero esta impacta en una reducción de tiempo de operaciones de un 40%.

OBJETIVOS

GENERAL

Proponer, mediante un análisis técnico del proceso actual de producción en una planta de impresión serigráfica, las mejoras que pueden llevar a una optimización el uso de los recursos actuales, estableciendo parámetros que persigan la mejora continua del proceso y un aumento en su capacidad instalada.

ESPECÍFICOS

1. Servir de referencia para cualquier persona que quiera conocer y comprender en que consiste el proceso de impresión serigráfica
2. Conocer que tipo de materia prima, maquinaria y técnicas se requieren y existen en la impresión serigráfica
3. Conocer el mercado al cual va dirigido y que producto se fabrican con la impresión serigráfica
4. Describir el área de producción y como se distribuyen las actividades
5. Establecer, mediante un análisis de las operaciones actuales del proceso de la planta, cuales son las actividades que pueden estar o no afectando el flujo normal del proceso
6. Establecer, por medio de un estudio técnico, cual seria la propuesta para mejorar el flujo actual del proceso
7. Considerar cual seria el costo de implementar la propuesta
8. Establecer el proceso de seguimiento del nuevo método

INTRODUCCIÓN

Se considera que la mejora del proceso de producción, en una planta de serigrafía es importante debido al creciente número de empresas que en el mercado, imprimen con fines publicitarios. Siendo las playeras el campo principal de desarrollo para esta actividad, sobre ésta compiten en servicio, calidad y precio.

En estos rubros sólo se puede ser competitivo si se optimiza el uso de los recursos, tanto materiales y humanos. Es de mucha utilidad, para las personas interesadas en el tema, conocer sobre las etapas de un proceso de impresión de materiales rígidos y flexibles, playeras, camisetas y mantas, y las técnicas sugeridas e idóneas para que el mismo se desarrolle en su flujo con normalidad, que no existan atrasos y pérdidas para la empresa, y por el contrario se obtengan ganancias y la mejora continua del proceso.

Las ventajas que se obtendrán al implementar esta propuesta, radican principalmente, en la reducción de costos de producción altos. Estos normalmente dejan fuera de la participación de mercado a una empresa al no ser competitivos, existiendo otras empresas que ofrecen el mismo producto con menor precio, mejor calidad y mejores tiempos de entrega ofrecidos al cliente.

El impacto comercial de la empresa, a través de una mejora del actual proceso, se verá reflejada en la posibilidad de captar más trabajo. Al igualar condiciones o mejor aun superar las de la competencia, deberá repercutir en el incremento de las ventas y, por consiguiente, en crecimiento de la empresa, aprovechamiento del equipo y espacio de planta con el que cuenta, mano de obra y sus utilidades.

1. GENERALIDADES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN SERIGRÁFICA

1.1 Orígenes de la impresión serigráfica en Guatemala

Las industrias graficas en el país constituyen una actividad muy importante, ya que se relacionan con casi cualquier actividad comercial de maneras muy diversas, y las distintas empresas que han surgido en el país dedicadas a esta actividad van desde las que cuentan con procesos básicos hasta las que están altamente industrializadas.

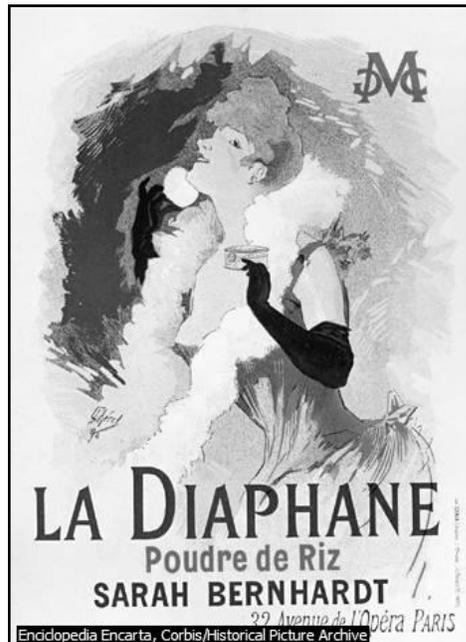
Las artes graficas ha impactado desde hace mucho tiempo en el desarrollo comercial de productos convirtiéndose en arte comercial, obra de arte, bajo gran variedad de formas, creada para estimular el interés por un producto, servicio o idea. El arte comercial se utiliza en muchos campos como la publicidad, el embalaje, la edición, el cine, la televisión, la moda, los textiles, los interiores y el diseño industrial. Los artistas comerciales emplean la pintura, el dibujo, la caligrafía, la fotografía, la tipografía, la serigrafía y la mayoría de las técnicas de las artes gráficas. Su obra se suele reproducir como estampas y son muchos los artistas comerciales que se han formado en las técnicas de la imprenta.

El arte comercial es tan antiguo como la historia; enseñas y las pinturas murales para anunciar tiendas y posadas, por ejemplo, han aparecido en las antiguas ciudades romanas de Herculano y Pompeya. En los siglos anteriores al desarrollo de la imprenta, la mayoría de la gente no sabía leer, por lo que se creaban imágenes inconfundibles para indicar la naturaleza de los servicios que se ofrecían. Por ejemplo, la efigie de un cerdo adornaba la chacinería, y tres

pelotas doradas (derivadas del escudo de la familia de banqueros florentinos Medici) indicaban un prestamista.

Bajo el estímulo de la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII y en el XIX, se produjo un incremento del comercio en Europa, el que fue seguido por el arte comercial, especialmente en material impreso. Apareció la publicidad con ilustraciones sobre cobre y grabados sobre madera en carteles de carruajes, tarjetas de comerciantes, prospectos y anuncios en los periódicos. El desarrollo y los constantes avances de la litografía y del fotograbado, acarrearón un aluvión de material publicitario en forma de calendarios, carteleros y catálogos. A finales del siglo XIX, las técnicas perfeccionadas de la reproducción en color y otros adelantos aumentaron la importancia del arte comercial y elevaron su categoría. En el marco del *Art Nouveau*, los carteles publicitarios de artistas como Henri de *Toulouse-Lautrec*, Ramón Casas y *Alphonse Mucha* se situaron en el rango de las bellas artes.

Figura 1. La Diaphane diseñado en 1890



Fuente: El artista francés Jules Chéret

En el siglo XX el arte comercial ha proliferado a gran escala. Han surgido especialistas en todos los campos; se han establecido agencias publicitarias que ofrecen una infinita variedad de servicios. Los resultados van desde productos de un alto nivel artístico hasta imágenes verdaderamente vulgares.

Sin embargo en el terreno del dibujo industrial y de las artes gráficas, el arte comercial ha dado a conocer al público obras de arte de notable calidad. De hecho, en la segunda mitad del siglo XX, este tipo de arte no ha seguido, como en el pasado, los estilos establecidos sino que ha creado y popularizado otros nuevos.

El origen de la serigrafía se remonta a hace más de 1000 años a.C. en las Cavernas de los Pirineos, entre España y Francia. Existen más de 200 impresiones negativas de una mano apoyadas sobre rocas. Estas impresiones se grababan soplando polvos de hollín a través de una caña o hueso alrededor de la mano, utilizando ésta como plantilla de reproducción.

En el oeste de China entre 500 y 1000 años d.c. la impresión de imágenes de Buda de más de veinte metros, se realizó en las cavernas de *Tuan Hoang*, utilizando plantillas de papel y tintas chinas. Por lo que en *Brient* se presentaban grandes descubrimientos y aportaciones a esta técnica. En el s. XVIII en Japón las plantillas de papel eran sujetas por hilos de seda y cabellos humanos, engomados por un barniz llamado shibo. Ciento cincuenta años después surgen los tejidos de seda y los marcos de bambú

La impresión serigráfica tiene sus orígenes en la creación de las artes gráficas, en el más amplio sentido del término. Las artes graficas, son las artes del dibujo, la pintura, el grabado, el diseño gráfico y la fotografía. De forma más específica, se aplica solamente a las técnicas de grabado, sobre todo en su acepción industrial. En este sentido, el término incluye las diversas facetas de producción de publicaciones y soportes publicitarios. También se conocen como

industrias gráficas. El fin último de las artes gráficas es el objeto impreso, para cuya realización interviene una serie de procesos correlacionados.

En primer lugar se realiza el diseño o concepción del producto, desarrollado de acuerdo a las intenciones previas y a las condiciones de manufactura y distribución. Después se realiza la composición o materialización del diseño propiamente dicho, una etapa que ha ido perdiendo importancia gracias a los avances tecnológicos, al fundirse con la primera en los actuales sistemas de autoedición. Le sigue el grabado de las planchas o soportes de la impresión, que pueden adoptar diferentes disposiciones (en plano o en cilindros) y materiales (madera, caucho, tela o metal, entre otros).

El método de impresión estará en función del tipo de estampación, que condiciona la calidad, la cantidad y los costes de la tirada. Terminada esta operación, el producto necesita la conformación final, que oscila desde un simple corte o guillotinado, en el caso de un cartel publicitario, hasta la compleja encuadernación de una edición de lujo.

Aunque los métodos empleados por las artes gráficas sean muy diversos, la industria, desde la invención de la imprenta, ha tendido a concentrarlos para controlar toda la producción desde una perspectiva integradora. En la actualidad, la impresión electrónica, unida a los sofisticados medios informáticos, ha generado una cierta disgregación de este conjunto de actividades, ganando eficacia en detrimento de la calidad de los productos. Sin embargo, la cultura histórica de las artes gráficas se muestra ya como la única capaz de respaldar los nuevos métodos de edición y comunicación virtuales.

1.1.1 Inicios de la industria serigráfica

La impresión en seda se desplaza a Asia y a Europa probablemente al comercio que introdujo Marco Polo, el procedimiento es antiguo, ya que si nos preguntamos quienes fueron la persona o personas que descubrieron esta técnica tenemos que remitirnos a los restos arqueológicos.

Pero en otros libros al preguntarnos dónde apareció la serigrafía nos dicen que este procedimiento puede haber aparecido por primera vez en Inglaterra, aunque su procedimiento se ha producido más intensamente en EE.UU. donde existe la Sociedad Nacional de Serigrafía (SNS) en la que se organizan exposiciones y conferencias para la divulgación de la técnica.

Samuel Simón, de Manchester, patentó el proceso de serigrafía, y se suele considerar que fue el primero en utilizar una trama de seda como soporte o base para la plantilla. En 1914, el americano John Pilsrth desarrolló un método de serigrafía en muchos colores, que fue rápidamente adoptado por los anunciantes y estudios comerciales. Este proceso permitía hacer miles de impresiones con una sola plantilla, e imprimir directamente sobre cualquier material de superficie plana, en cualquier tamaño y sin necesidad de maquinaria. Artistas y artesanos han seguido experimentando desde entonces.

Al principio, pequeños talleres en Europa y en Estados Unidos que aparecían con gran rapidez, empezaron a realizar los primeros trabajos. Inicialmente, lo que parecía un sistema elemental de reproducción animó a muchas personas a empezar estos trabajos; sin embargo, la falta de técnica y de medios y el no proseguir con las investigaciones necesarias para la mejora del procedimiento, los desanimaba hasta que lo dejaron definitivamente.

En el transcurso de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos descubrieron lo apropiado de este sistema para marcar material bélico tanto en las fábricas como en los propios frentes de guerra, habiéndose encontrado restos de talleres portátiles, una vez acabada la contienda.

Figura 2. Estampado por serigrafía



Fuente: Bridgeman Art Library, London/New York

El desarrollo de la Publicidad y el trabajo industrial en serie a partir de los años 50, convirtieron a la serigrafía en el sistema de impresión indispensable para todos aquellos soportes que, por la composición de su materia, forma, tamaño o características especiales, no se adaptan a las máquinas de impresión de tipografía, offset, huecograbado, flexografía, etc. La impresión por

serigrafía es el sistema que ofrece mayores posibilidades, como iremos viendo posteriormente, pues prácticamente no tiene ningún tipo de limitaciones.

1.1.2 Crecimiento de la industria serigráfica

La serigrafía ha encontrado un crecimiento en el mercado, derivado de las diferentes aéreas de aplicación y su rentabilidad en tirajes largos de impresión. Fueron los pintores del POP Art y del OP Art norteamericanos que integraron la vanguardia artística de los años '60 los que recogieron estas experiencias. Ellos crearon gran parte de sus obras para realizarlas con procesos serigráficos, convirtiendo a los originales serigráficos en una revolucionaria forma de expresión

1.2 Materia prima utilizada en el proceso de serigrafía

La materia prima utilizada en la serigrafía se divide en dos tipos, materiales rígidos y flexibles. A continuación se describen algunos de los mas importantes materiales para impresión:

1.2.1 Serigrafía aplicada a materiales flexibles

Telas y tejidos

Material Textil es todo aquél que se puede tejer por hilos o Filamentos. Un hilo es una hebra larga y delgada elaborada con fibras naturales o sintéticas

- Las telas son un soporte inestable para impresión serigráfica. La tela no posee estabilidad dimensional, se deforma al moverla de un lado a otro, es por eso que en impresión textil una tela debe estar fija hasta que halla recibido todos los colores

- La tela en cuanto a composición: Los hilos de la tela pueden ser de variada procedencia el material puede ser algodón, Lana, Nylon, poliéster, rayón, lycra, acrílico, o una combinación de ellos. El material determina el tipo de tinta que se empleara de acuerdo a características de resistencia al lavado, al frote, etc.
- La tela como tejido: El tejido, o sea la estructura de los hilos de la tela según su fabricación se clasifican en:
- Telas Aglutinadas y Textiles no tejidos.

Película plástica o papel

Uso: interno o externo, expuesto a humedad solventes u otros productos, a la abrasión o impactos, superficie plana convexa, firme o flexible o elástica, alta duración requerida.

Componentes de la lámina frontal:

- papel estucado o no
- pvc
- poliéster
- poliestireno

Debe tener buena estabilidad dimensional frente a cambios normales de temperatura, humedad y tintas. Se debe considerar en un papel su calidad higroscópica lo que significa que atrapa y cede humedad del ambiente.

1.2.2 Serigrafía aplicada a materiales rígidos

Vidrio

El vidrio es un material vítreo transparente, duro, frágil y quebradizo. Tiene resistencia a ácidos, álcalis y al frote.

Artículos imprimibles en vidrio:

- Vasos publicitarios y decorativos
- Artículos publicitarios (Ceniceros, Portalápices, etc.)
- Vitrinas
- Espejos
- Puertas de vidrio
- Paneles de marcado

Tintas a utilizar en impresión de vidrio:

- Tintas cerámicas que funden en horno cerámico
- Tintas epóxicas de 2 componentes sin horneado
- Tintas plásticas de bajo horneado

Pretratamiento del vidrio antes de imprimir:

Desengrasado con alcohol de quemar.

Limpieza del vidrio antes de imprimir

Pasar un trapo sin pelusa para retirar polvo.

Cuidados al imprimir vidrio:

- El vidrio no debe tener aristas que rompan la malla
- El vidrio debe de estar liso.
- La malla debe estar protegida en la zona de contacto con los bordes del vidrio.
- Si se imprime vidrio en planchas la mesa debe ser lisa y estar libre de partículas duras que puedan quebrarlo.

Plásticos

Se denomina plásticos a un gran número de diversos materiales sintéticos, constituidos por macromoléculas obtenidas por polimerización o policondensación. Estos materiales durante su fabricación pasan por la fase plástica y adquieren más tarde su condición rígida. Sus características de ser moldeables, livianos, flexibles, resistentes a la corrosión y productos químicos se aprovechan ampliamente en la fabricación de los más variados artículos.

Debido a que los materiales plásticos pueden ser idénticos en apariencia, pero ser de diferente naturaleza o composición química, se debe reconocer claramente el tipo de plástico para utilizar en él la tinta adecuada. Por otro lado puede haber variaciones en las características de los plásticos de diferentes proveedores, y aún entre distintas producciones de un mismo proveedor, por lo que se recomienda siempre efectuar pruebas de impresión.

Elastómeros

Son aquellos que poseen propiedades elásticas similares a la goma o el caucho, si se deforman bajo presión recuperan su forma original (poliuretano, neopreno).

Según sus propiedades físicas los plásticos se agrupan en; Elastómeros, Termorrígidos y Termoplásticos.

Termorrígidos

Son plásticos estables a la acción de solventes y calor. Forman una masa dura, si la temperatura aplicada es muy alta se destruye (fenoplastos, poliamidas, aminoplastos, nylon, poliéster, epoxidicos).

Termoplásticos

Estos se pueden moldear repetidas veces aplicando calor y presión sin que lleguen a descomponerse (poliestireno, polivinílicos, polipropileno, celulosicos, acrílicos polietileno). A algunos termoplásticos debe aplicárseles un pretratamiento para que en ellos exista buena adherencia la tinta.

Como la mayoría de los plásticos imprimibles por serigrafía son Termoplásticos se debe prestar atención a que éstos retienen solventes y plastificantes produciendo en algunos casos hinchamiento, grietas, pérdida de brillo o migración de plastificantes.

Acero

El acero es el metal más empleado en el mundo. El acero es una aleación de hierro con un contenido de carbono entre 0,04 y un 2,25% y pequeñas cantidades de otros metales.

Artículos imprimibles en acero

- Letreros para exterior
- Letreros para interior
- Placas para equipos y máquinas
- Gabinetes de equipo eléctrico y electrónico
- Herramientas

Tintas a utilizar en impresión de acero

- Tintas epóxicas
- Tintas oleográficas
- Tintas a base de solventes

Pretratamiento del acero antes de imprimir:

- Lijado fino o desengrasado

- Limpieza del acero antes de imprimir
- Desengrasado con solventes
- Pasar un trapo sin pelusa para retirar polvo
- Limpiar ambas caras para retirar virutas de acero

Cuidados al imprimir acero:

- Las placas no deben tener aristas que rompan la malla
- Las placas deben estar bien planas
- Las placas deben estar bien escuadradas
- La malla debe estar protegida en la zona de contacto con los bordes de las placas
- No tener amontonadas las placas pues se rayan

1.3 Maquinaria para serigrafía

A continuación se describen algunos de los principales equipos que se utilizan en el desarrollo del proceso de impresión serigráfica, cabe mencionar que actualmente la tecnología de la serigrafía evolucionado con el objetivo de simplificar mas el proceso.

1.3.1 Quemador de marcos

Equipo necesario para la creación de pantallas, este consta de lámparas del tipo UV que hacen reaccionar la emulsión fotosensible generando la imagen que se obtuvo del proceso de fotomecánica en la película positiva en la seda de, dejando libre en esta en el proceso de revelado el lugar donde se desea exista paso de tinta.

1.3.2 Máquina de impresión serigráfica

Máquinas planas

Para empezar a hablar de máquinas de serigrafía, tendremos que empezar por explicar, como se empezó a realizar este sistema de impresión.

Las primeras prensas de serigrafía, se componían de una mesa lisa, donde se le acoplaba un soporte de madera en la parte de atrás y ésta se sujetaba al marco por medio de bisagras, estas mesas son de tipo libro, empleadas para la impresión manual, son el origen de muchas máquinas de impresión que se utilizan hoy en día.

Las máquinas más utilizadas son las de tipo libro, que se denominan también máquinas planas, porque están compuestas de una base de una impresión lisa. Una mesa ensamblada, un sistema de marco para sujetar la pantalla, sistemas para ajustar la distancia del marco con el tablero y ajustes de registro.

La base de impresión lisa está hecha de material rígido, su superficie debe de ser totalmente lisa, pues cualquier deformación se acusa en la impresión, al principio se utilizaban láminas de plástico, pero en estos momentos son de aluminio, las más usadas, aunque también se emplea el acero.

El área de impresión será taladrada en intervalos de 1,5 ó 5 cm. Para permitir la succión del vacío, el cual controla la sujeción del material a imprimir. La cámara de vacío se cierra en forma de caja con una estructura rígida, que facilita la necesaria rigidez. Se necesita un motor de vacío que absorbe el aire, este va instalado debajo del tablero, sobre unos soportes de goma disminuir las vibraciones, el vacío de la máquina se puede poner en marcha, bien por un

interruptor o un pedal, aunque hoy se hace al bajar o subir el marco para así evitar el movimiento del soporte a imprimir.

Se necesita una mesa robusta, actualmente, todos los fabricantes cuidan este sistema. El sistema de ajuste del marco para las máquinas de libro, para su posicionamiento, tanto abierto como cerrado, se hacen según el fabricante ,al principio tenían unas pesas detrás de la parte de la pantalla que se graduaban, según el tamaño del marco, otros sistemas eran de muelles, pero los últimas generaciones se realizan con contrapesos interiores y cadenas y también mecánicamente con motores.

Sistema de guía o marco para sujetar la pantalla. Al principio las mesas llevaban unos brazos con abrazaderas que sujetaban la pantalla directamente por medio de tornillos, más tarde la forma de sujetar la pantalla era poniéndola encima de un ajustable para así poder colocar las pantallas más pequeñas en su interior, aunque lo recomendable es que cada máquina trabaje con el mismo tipo de marco, y así evitar desajustes.

El sistema para ajustar la distancia entre el tablero y la pantalla, que se conoce como distancia de contacto, en las máquinas actuales viene con la propia máquina, tanto delante como detrás, este ajuste del despegue es crítico a la hora de imprimir, ya que influye en la realización de una buena impresión. En las máquinas manuales se solucionaba con unos simples tacos.

Ajuste de registro.Hay dos tipos de registro, el método más usual es el compuesto por un ajuste flotante del tablero, lo cuál permite que se mueva en cuatro direcciones de lado a lado y de adelante a atrás. Realizado este ajuste, se sujeta con el método de seguro, evitando cualquier movimiento.

El segundo método, consiste en el movimiento del marco, donde va la pantalla, se efectúa por los ajustes hechos en el ensamblado de dicho marco, moviéndose igualmente en cuatro direcciones.

Ensamblado de las regleta de un solo brazo, Los tableros de impresión manual es normal que tengan una regleta de un sólo brazo. Esto facilita que el operador imprima áreas muy grandes con una simple pasada.

La regleta se introduce en el soporte por medio de tornillos, el brazo corre a lo largo del soporte que cruza la pantalla.

El brazo de la regleta, tiene un contrapeso para que cuando se deje de imprimir quede levantado y también para efectuar una buena extensión de la tinta, con una pequeña presión.

Hay tableros verticales que van sustituyendo a los de tipo libro, para evitar que la tinta resbale por la pantalla una vez que se eleva. En estos tableros el movimiento de la pantalla se eleva en posición horizontal por medio de cadenas en las cuatros puntos y mecánicamente. También se asegura la distancia de despegue en cada operación, así como, la colocación de la pantalla.

Este tipo de máquinas se emplean en la producción de grandes formatos, evitando que la tinta resbale al levantarse, quedando el sobrante de tinta en los márgenes laterales, así, evitarnos recoger la tinta, interrumpiendo el ciclo de impresión, en este sistema sólo hay que añadir más tintas cuando convenga.

Las primeras máquinas eran sencillas pero gracias al mercado de la serigrafía, cada vez se van haciendo más complejas.

Aunque es imposible decir que todas las innovaciones de todas las máquinas, la mayoría constan de las siguientes características:

- Un marco de acción de libro.
- Una elevación vertical lisa.
- Una prensa cilíndrica.
- Máquina de impresión contenedores.

- Pantallas rotativas.
- Máquinas (tipo carrusel)

Un marco de acción de libro.

Este diseño está basado en la máquina manual, únicamente es mecanizado.

La pantalla abre y cierra por medio de un mecanismo, mecanizado y sincronizado, con un regleta conducida mecánicamente y un carro para la conducción del racle.

En la mayoría de las máquinas, la tinta vuelve a la posición de pre-impresión por una guía mecánica. La regleta va colocada detrás del racle.

El ángulo y la presión de la regleta y del racle se debe aplicar para efectuar una perfecta uniformidad de la tinta sobre la pantalla para realizar una buena impresión.

El principio de la impresión comienza con la pantalla abierta, para que así quede la mesa de absorción a la vista con los tres topes o guías para poder colocar el material a imprimir.

La pantalla baja y el racle empieza a realizar la impresión forzando la tinta al paso por la malla, cuando termina vuelve a elevarse y la regleta cubre la pantalla de tinta mientras se eleva, y así poder mantener fresca la imagen a imprimir, quedando preparada para el próximo ciclo, se seca el material impreso y se pone el siguiente, empezando de nuevo el ciclo.

Máquinas conocidas como semiautomáticas, donde la acción de la pantalla y la impresión está mecanizada, pero el material a imprimir se coloca manualmente.

Hay máquinas $\frac{3}{4}$ automáticas, en las cuales solo se realiza la operación de colocar el papel, el resto, impresión y secado del material, se hace mecánicamente. También las hay automáticas, donde la entrada del material hasta su aplicación, se hace mecánicamente.

Elevacion vertical plana.

Sistema en el que la pantalla se eleva verticalmente de la base de impresión y su posición en horizontal a lo largo del ciclo de impresión.

El control de la tinta es más eficaz y el ciclo de impresión es más rápido, ya que la pantalla sólo se eleva unos 3 m/m para permitir la alimentación.

Las características básicas de la máquina son similares a la anterior, variando la entrada y salida del material a imprimir, hay dos tipos de máquinas de subida vertical.

Una es que la base de impresión es estacionaria, donde se coloca el material en los tacones, baja la pantalla y el material es arrastrado por las pinzas a las cintas transportadora del secadero, éste sistema es tanto para máquinas, $\frac{3}{4}$ como automáticas.

La segunda forma, es la que el tablero sale de su posición, para permitir un mejor ajuste de los materiales, volviendo hacia dentro, donde sigue el proceso de impresión.

La ventaja del sistema de registro en las dos modalidades expuestas, es que, la velocidad de la máquina no está limitada por la velocidad del operador, ya que mientras se alimenta la máquina, la secuencia de impresión está teniendo lugar, sí añadiéramos un alimentador automático, esta máquina puede ser transformada en una casi automática.

La velocidad de la máquina varía, ya bien, sean 3/4 o automáticas, también varían el tamaño, con áreas más pequeñas, más velocidad, a mayor tamaño baja un poco dicha velocidad, por lo tanto se fabrican máquinas de todos los tamaños.

Máquinas cilíndricas.

Es un concepto diferente de la prensa plana, máquinas están compuestas por un tambor de vacío y perforado que tiene la guía en la parte superior del cilindro.

La regleta y el racle permanecen fijos, mientras que lo que se mueve es la pantalla.

El agarre y ajuste del material funciona por medio de cintas que lo lleva hacia el tambor, donde es agarrado por las pinzas, estas lo sostienen en contacto mientras se imprime. Debido a que el cilindro rota bajo la pantalla y ésta se mueve a través de su ciclo de impresión, forzando el racle a la tinta a pasar a través de la pantalla.

Al final de la secuencia de impresión, la hoja impresa se suelta de la pinza pasando a una cinta transportadora y el cilindro retorna a recoger otro pliego y así sigue el ciclo.

Prensas cilíndricas suelen ser totalmente automáticas, pues hacen todo el ciclo automático, las hay con cambio pantallas automático, aunque las más usuales son de cambio de pantalla a mano, debido a que las pantallas, tienen un mecanismo de registro, los cambios de colores se pueden efectuar con un ajuste mínimo.

Las máquinas dependiendo del tamaño pueden alcanzar hasta velocidades de 4.000 impresiones hora.

Máquinas de impresión para objetos cilíndricos.

Máquinas están diseñadas bajo el principio de la forma cilíndrica.

El cilindro de impresión se reemplaza por el cilindro que sujeta la botella o el objeto a imprimir, el cual está soportado desde abajo por sujeciones de rodillo.

La acción es exactamente la misma que las máquinas cilíndricas, la pantalla se va deslizando por encima del objeto a imprimir y éste va rodando, mientras la regleta y rastrillo, que están en el interior de la pantalla, fuerzan la tinta para su paso.

Estas máquinas se fabrican en gran variedad de tamaños, para poder imprimir desde el más pequeño objeto como puede ser un tapón o bote de perfume hasta tambores para líquidos más grandes.

Normalmente se diseñan para ajustarse a los soportes de los envases, lo cual permite gran variedad de tamaño y formatos específicos.

Máquinas de pantallas rotativas.

Son diferentes a los principios convencionales de serigrafía.

Aquí la pantalla tiene la forma de cilindro perforado sin cortinas, hecho de un metal ligero, que le da la rigidez y solidez por los dos aros de metal que tensan, lo que hace que se quede fija. La regleta está hueca, permitiendo que la tinta pase directamente a través de la pantalla, es decir, la tinta va en el interior de la pantalla como así la regleta.

Como la pantalla rota alrededor de la base estacionada, el soporte a imprimir, es forzado a través de la abertura, de la pantalla por debajo de la banda.

Las pantallas rotatorias están hechas como las pantallas convencionales, con distintas aberturas de malla.

Hay que tener en cuenta la abertura de la malla y la densidad, pues alguna vez se emplea una malla distinta, es posible que varíe la densidad media que se deposita sobre el material a imprimir.

Sin embargo, el principal control es lograr el perfecto ajuste del racle sobre la pantalla.

El emulsionado también tiene influencia en el depósito medio (también ocurre en el sistema convencional).

Los estenciles se graban en la pantalla por el método de fotoemulsión directo y por la acción de láser directo.

El procedimiento es similar en principio a la fabricación de estenciles directos convencionales. Pero requiere una emulsión especializada y técnicas de exposición.

El proceso de montaje de pantallas, también requiere una planta especializada, el método de insolación por láser se lleva a cabo utilizando solamente pantallas de metal.

Las máquinas se fabrican en tamaños standard, marcando la anchura de los materiales a imprimir.

La circunferencia de la pantalla marca la longitud de la impresión.

Máquinas tipo carrusel

Están basadas sobre el principio del marco con bisagras, al principio fueran diseñadas para la impresión multicolor para prendas deportivas, camisetas.

El principio consiste en una base de impresión múltiples que rotan sobre un pivote central.

Por encima de cada plancha hay una cabeza de impresión (que también rota), esta cabeza de impresión, consiste en un marco que se sujeta a la parte posterior, sobre un ángulo en forma de V, donde se sujeta por medio de tornillo, así como la regleta, y el racle sujeto a otro mecanismo para efectuar la impresión que va de adelante hacia atrás o viceversa.

El ciclo de impresión empieza colocando el material sobre la plancha plana, se realiza la primera impresión o color, gira la plancha pasando por debajo a la segunda pantalla para efectuar el segundo color, y así sucesivamente hasta completar el ciclo, que puede ser de tantos colores como mesas de impresión.

También en las máquinas (carrusel) que se denominan así, por su giro en forma de un carrusel, entre planchas hay incorporados estaciones de secado de flases; inflarrosos y unidades de refrigeración, para así efectuar una buena impresión, sin que exista un mal uso de los materiales a imprimir (este tipo de máquinas se emplea, normalmente en impresiones textiles y prendas acabadas).

También hay algunos modelos para otros materiales como papel o adhesivo, normalmente para estos materiales la plancha, está agujereada para realizar la sujeción de la prenda.

Cuando todos los colores están impresos, el material es transferido al túnel de secado donde termina de secar o curar por medio de radiaciones infrarrojos o gas.

Estas máquinas se diseñan en distintos tamaños, con números de tableros, que normalmente van de 4 a 16 cuerpos. Pueden ser diseñadas con unos parámetros de producción y trabajos específicos.

Últimamente están apareciendo máquinas que a las mesas modulares después de los cuatro o más colores se añaden unidades de prensa para barnices UV, si son necesarios.

1.3.3 Banda transportadora

Las bandas transportadoras son equipos que agilizan los procesos industriales de impresión serigráfica, su cometido principal es el de trasladar el sustrato impreso con tinta fresca a través de hornos de secado lamparas de curado UV o simplemente para que sea recibida por un operador y este colocar el sustrato en para el secado al ambiente.

1.3.4 Curado de tintas

Las tintas de serigrafía se secan por los siguientes procedimientos.

Oxidación, evaporación del disolvente, rayos infrarrojos, y rayos ultravioletas.

Las tintas de secado por oxidación.

Son aquellas que se hacen con aceite de linaza, estas tintas tienen la propiedad de secado para formar una película flexible al ser expuestas al aire en períodos largos, para acelerar el secado se le añaden aditivos que promueven la oxidación más rápida con unas tintas que pueden secar entre 6 y 8 horas.

Los carros con bandejas es una de las formas más conocidas y utilizadas para secar en serigrafía, estos carros llevan cuatro ruedas para hacer desplazamientos y constan de 40 ó 50 bandejas ligeras con espacios de una a otra para facilitar el paso del aire.

Muchas tintas de serigrafía gráfica, se secan por evaporación del disolvente, en trabajos de máquinas normales la impresión se coloca en la bandeja de secado y así se secan entre 10 ó 20 minutos.

Hay máquinas de secado donde el proceso se acelera, hay secadores automáticos que consiste en una serie de bandejas donde se coloca la impresión, estas bandejas se van moviendo mientras se realiza el secado por aire caliente, este procedimiento tiene la ventaja de que secan más despacio a temperaturas bajas, manteniendo siempre una velocidad.

Hay secadores de aire donde la impresión se transporta por una cinta transportadora, a través de túneles de secado, con chorros de aire caliente y donde los disolventes están reconducidos a una constante ventilación, la mayoría de estos secadores tienen varias secciones.

La primera sección, pasa aire caliente en pequeños chorros de aire, efectuando la evaporación de los disolventes rápidamente, la segunda sección, aplica dicho chorro de aire para enfriar la tinta, así como el soporte pudiéndose aumentar sin problema del pegado, hay algunos los más normales, con tres secciones, dos de aire caliente, que van de menos a más aire y el último de aire

frío o húmedo, y así quedando el soporte papel acondicionado después del secado.

Los principales controles son, la velocidad de la cinta transportadora, la cual viene determinada por la velocidad de la impresora y también por la temperatura del secado, por lo tanto, a una mayor velocidad de la cinta mayor temperatura, mientras que otras veces es necesario una temperatura más baja y así pasar a una fase más lenta, después. Todos los ajustes que se hagan en este control, son determinados por la sensibilidad del material a imprimir, así como, las tolerancias dimensionales y los valores del secado de las tintas.

Secado por rayos infrarrojos (I.R.)

Se usa normalmente, en las tintas de impresión sobre metales o productos textiles, en la mayoría de los casos las tintas están basadas en sistemas de resinas, que se funden al exponerlas a una radiación intensa, este proceso se denomina " curar" , porque la cadena de la resina de la tinta al ser expuesta a la radiación de la ondas de infrarrojos hace que esta tinta líquida se transforme en sólida, cuando el secado es completo, hace de esta tinta resistente a los tratamientos eficientes como el lavado o la presión.

Las fuentes infrarrojas, que se han diseñado para facilitar una energía rádiente en tres bandas de ondas distintas.

Onda corta va de 0,6 a 2,5 micrones, onda media de 0,5 a 3,3 micrones, onda larga de 3,3 a 5,3 micrones.

Las ondas cortas trabajan en temperaturas elevadas, con lámparas halógenas de cuarzo a una temperatura de 2.000°C, estos secadores reducen el tiempo de secado de horas a segundos.

Se usan principalmente para secar materiales no sensibles al calor, pero también para prendas textiles en combinación con el secado de chorro de aire, y así proteger el material al que es sensible al calor.

Las ondas medianas y largas trabajan a temperaturas de 850°C, y son las más aconsejables para materiales sensibles al calor.

Los secadores por infrarrojos más usuales son de cintas transportadora con fibra de cristal, resistente al calor que transporta la impresión húmeda, las lámparas están ubicadas en reflectores de agua o de aire diseñadas para facilitar un haz de radiación que colabore en la distribución de la radiación, muchos secaderos de rayos infrarrojos emplean chorros de aire para facilitar la extracción de la evaporación o el agua de la tinta, el aire frío también, se emplea para enfriar la aplicación de la tinta y corregir a los substratos sensibles al calor.

Hay que tener en cuenta, los materiales sensibles al calor, porque hay colores que, absorben más rayos infrarrojos que otros, y es por lo que es, necesario hacer un ajuste corrector de la velocidad de la cinta y la distancia de la curación a los rayos infrarrojos, pues se puede causar un acabado inadecuado y también se puede romper la película impresora.

Secadores de gas

Estos secadores se han utilizado en la industria textil durante muchos años, recientemente, ha habido un crecimiento en los secadores de gas para ser utilizados en la impresión de textil. Las principales ventajas con otros secadores de rayos infrarrojos son, el ahorro de energía, control de la radiación del secado y la utilización de tintas al agua.

En todos los procesos de secado, es necesario hacer una valoración del proceso de secado siempre para trabajar en serie o en trabajos específicos, conociendo el material, así como el calor a emplear y poniendo la velocidad de cinta adecuada, estas pruebas dan al impresor un adelanto para poner en marcha el proceso de producción.

Secado ultravioleta (UV)

El secado ultravioleta basado en el principio de la fotopolimerización, a través de este procedimiento se han desarrollado tintas para la serigrafía, recientemente se han producido nuevas tintas, con sistemas al agua, que tiene una especial relevancia en la industria de la serigrafía.

Los sistemas de tintas UV, basados en tipos específicos de resinas foto sensitivas, que químicamente se forman cadenas cruzadas al ser expuestas a la radiación intensa de los rayos UV.

El principio de secado procede de un proceso químico, dicha radiación ultravioleta facilita la energía necesaria para empezar la foto polimerización de las resinas de las tintas para pasar a su secado, o curación.

Hay cuatro fases para que la tinta UV, deba pasar para que esté completamente curada:

- La superficie de la tinta impresa es la primera que se seca, tiene una influencia importante en el acabado de la tinta.
- El volumen de la película de la tinta, se seca cuando los rayos UV, penetra dentro de la estructura de la película de la tinta impresa, durante esta fase se forma un polímero flexible.
- La radiación UV, produce la polimerización en la superficie del substrato, promoviendo una unión de adhesión final, esta adhesión se realiza

principalmente, por el tiempo de secado pues una intensidad de luz excesiva puede producir un encogimiento.

- El proceso de post-secado, ocurre después de que la impresión ha sido apartada de la fuente de la radiación, la película de la tinta queda en un estado semiplastificado inmóvil después del secado, pues la reacción química continúa 24 horas después, y así mejora la adhesión e incrementa la dureza de la misma.

Hay diferentes tipos de secadores UV, algunos diseñados para usar juntos con equipos de rayos infrarrojos o chorros de aire, otros son unidades por separado, que se emplean en una extensa combinación de secado.

El secador consiste básicamente, en una fibra de cristal resistente al calor y su reflector correspondiente con una cinta transportadora, que lleva la impresión por de bajo de la luz de una lámpara de vapor de mercurio muy intensa, estas lámparas pueden alcanzar temperaturas de 700°C y por lo tanto deben de ser refrigeradas con aire frío.

El secado de las tintas UV, pueden variar dependiendo, tanto de la formación, color y densidad de la capa dejada, el secado se realiza por la intensidad de emisión de rayos UV, en control del secado se realiza por el tiempo de exposición a la luz, la cual, se determina por la velocidad de la cinta.

Los secadores de UV, tienen incorporado protector para prevenir la emisión de radiaciones, también, deben de llevar mecanizados de corte de corriente para prevenir los recalentamientos, debido a fallos en el sistema de refrigeración, también llevan incorporado un sistema de extracción de humos, para sacar al exterior el ozono que se produce al contacto de la radiación ultravioleta con el oxígeno del aire.

Recientemente nuevas tecnologías de secado UV, han salido secadores con secado bajo el principio de secados FLASH, este sistema opera en fracciones de segundos, y a bajas temperaturas y no produce peligro para la capa de ozono, pero casi siempre hay que añadirle una lámpara UV más conocida, para poder hacer un secado o curado más fuerte, este sistema también, gasta menos energía que las convencionales.

Recientemente, han salido secadores de radio frecuencia, empleadas para secados de tintas al agua.

El principio del secado de radio frecuencia, es el mismo que el empleado en hornos microondas, se dice que estos secadores pueden obtener más beneficios que los secadores convencionales de chorro de aire o los de UV, para que estos secadores se pongan en marcha, depende de que la tinta al agua se use con más frecuencia pues hay dudas para su uso, de una forma continuada.

1.4 Técnicas

La Serigrafía es un procedimiento de impresión que consiste en el paso de la tinta a través de una plantilla que sirve de enmascaramiento, unida a una trama tensada en un marco. Desde este planteamiento, siempre se ha pensado que el origen de la serigrafía es el estarcido, es decir, la impresión de dibujos o imágenes, elementos decorativos, letras, etc., dibujados previamente sobre una plantilla que, colocada sobre una superficie, permite el paso de la pintura o tinta a través de las partes vaciadas, pasando por encima una brocha, rodillo o racleta.

Tanto en el procedimiento de la serigrafía como en el del estarcido, la mayor dificultad era la necesidad de puentes para sujetar las partes interiores de dibujos o letras en su sitio exacto, y ésta solamente podía ser evitado con un segundo estarcido.

La invención de una laca o emulsión que permitía sustituir el papel engomado sobre el tejido con una mayor perfección en la impresión, inició el rápido desarrollo de este procedimiento.

Este sistema, por sus especiales características, permite imprimir sobre cualquier soporte: blanco, transparente o de color, grueso o fino, áspero, rugoso o suave, de forma regular o irregular, mate, semimate o brillante, pequeño o grande, de forma plana o cilíndrica, y se pueden emplear todo tipo de tintas, previamente formuladas de acuerdo con los materiales en los que se va a imprimir, con diferentes gruesos de capa por depósito de tinta, calidades opacas, transparentes, mates, semimates, brillantes, fluorescentes, reflectantes, barnices y lacas, vinílicas, acrílicas, gliceroftálicas, catalépticas o de los componentes, al agua, etc. Se aplica sobre cualquier tipo de material: papel, cartulina, cartón, cuero, corcho, metal, madera, plástico, cristal, telas orgánicas o sintéticas, fieltro, cerámica, etc., y sin ninguna limitación en el número de colores planos o tramados, pudiendo hacerse la impresión manual o por medio de máquinas.

Hoy día la perfección de este sistema es prácticamente absoluto, teniendo mayor calidad cromática y resistencia que otros sistemas más conocidos y la única limitación en la impresión de colores tramados o cuatricomías que la lineatura que se emplee en la selección.

La aparición de los tejidos de poliéster, mallas metálicas de gran finura y resistencia, emulsiones y películas para estenciles, ha permitido lograr una

perfección en la impresión que la colocan en igualdad de condiciones con otras técnicas más sofisticadas y costosas.

La técnica de impresión serigráfica conlleva la observación y preparación de los siguientes elementos:

- La pantalla (marcos y tejidos)
- Elaboración de la forma de impresión.
- Tintas y solventes.

La pantalla ,marcos y tejidos.

La pantalla es la base de la serigrafía. Está formada por un tejido, especialmente confeccionado, tensado sobre un marco.

Este tejido es el elemento primordial para la correcta impresión puesto que ésta se hace a través de la malla de dicho tejido y esto es así por varias razones:

- Porque es lo que ha dado nombre a la serigrafía.
- Condiciona las características del trabajo a imprimir.
- Determina la calidad del trabajo impreso.

Tal es la importancia de este elemento que se estudiará en primer lugar antes que cualquier otro.

Los tejidos naturales como el organdí o la gasa de seda fueron los utilizados originariamente por la serigrafía.

Tras la Segunda Guerra Mundial, se empezaron a utilizar los tejidos sintéticos.

Las fibras sintéticas se podrían agrupar, así: las poliamidas (Nylon) y los poliésteres (Terylene). Estas fibras ofrecen una serie de ventajas como son:

- Son fibras monofilamento y de muy poco grosor, por lo que se pueden confeccionar mallas muy finas.
- Gran resistencia al desgaste mecánico lo que supone mayor durabilidad.
- Gran estabilidad dimensional (especialmente el poliéster)
- Resistencia a la abrasión tanto de los productos químicos utilizados en su recuperación y limpieza como de los disolventes.
- Gran uniformidad en su fabricación se puede conseguir tejidos de gran finura.

Las mallas sintéticas se clasifican según dos parámetros:

- Por el número de hilos por centímetro de borde del tejido que varía de 12 a 200.

Según el grado de densidad de los hilos, se nombra con las letras:

- HD Fibra espesa y fuerte
- T Fibra normal
- M Fibra mediana
- S Fibra ligera de diámetro pequeño

Con la combinación de estos dos parámetros, se definen las diferentes mallas. Cuanto mayor sea el número de hilos, el grado será mas ligero.

La densidad de la malla determina el tamaño de la abertura de ésta. A mayor densidad menor abertura.

Dada la gran cantidad de tipos y calidades de mallas existentes, es importante la elección correcta de éstas para conseguir buenas estampaciones.

Para la correcta selección de la malla, se han de tener en cuenta fundamentalmente dos consideraciones:

- El depósito de tinta
- La imagen a reproducir

El depósito de tinta

La densidad de las mallas tiene una relación directa sobre el depósito de tinta. Para conseguir depósitos elevados, se deberá seleccionar un grado de densidad HD y número de hilos 100 o inferior.

Para imprimir con tintas textiles con partículas de pigmentos gruesos, son necesarias también mallas de baja densidad (40 T a 77 T).

Si por el contrario lo que deseamos es un depósito de tinta fino o reproducción de colores translúcidos, utilizaremos los tipos de malla ligera (S) y con número de hilos 120 ó superiores.

La imagen a reproducir

Es el segundo factor que influye en la elección de la malla, dependiendo de las cualidades del estencil.

Para estenciles de trama o trazos finos conviene elegir mallas de 100 hilos/cm. o superiores y densidad T.

Como regla general se debe tener en cuenta lo siguiente: el diámetro del hilo no debe ser mayor que el punto más pequeño de la trama a reproducir pues puede que la dimensión del hilo coincida con la del punto quedando éste superpuesto y por consiguiente bloqueado produciendo entonces fallos en la reproducción de tramas finas.

Vamos a enumerar a continuación los tipos de malla mas frecuentemente usados en serigrafía.

Mallas de poliamida (nylon)

Tienen gran resistencia al desgaste y a la abrasión así como a los productos químicos y disolventes. Su elasticidad las hace muy útiles para la impresión de objetos con superficies desiguales.

Mallas de poliester

Mejor estabilidad dimensional que el Nylon, ofrece mayor resistencia al tensado lo que le hace ser el más comúnmente utilizado en la impresión serigráfica. De superficie lisa, estructura regular y fácil limpieza.

Tanto el Nylon como el Poliéster, se pueden presentar en el mercado coloreados. Este teñido (amarillo, naranja o rojo), mitiga el efecto de dispersión de la luz en la exposición directa a los rayos ultravioletas, absorbiendo dicha radiación U.V.

Cuando se emplean este tipo de mallas, los tiempos de exposición sufrirán incrementos de entre el 50 y 100 %.

Poliester metalizado

Se utilizan para trabajos que requieran gran precisión y estabilidad dimensional como la impresión de circuitos impresos. Son mallas de Poliéster tratadas con níquel después de haber sido tejidas.

El metalizado hace que la electricidad estática generada por la fricción de la regleta contra el tejido sea expulsada a través de éste al actuar como conductor eléctrico.

Estas mallas también se emplean en impresiones con tintas termoplásticas (han de calentarse durante la impresión).

Mallas antiestáticas

Creadas a base de mezcla de Poliéster y un Nylon carbonizado, lo que hace que la electricidad estática se descargue de la pantalla facilitando la impresión de materiales plásticos y evitando que las partículas de polvo se adhieran a los mismos impidiendo su impresión.

Mallas calandradas

Mallas creadas para reducir el depósito de tinta cerca del 50 %. Empleadas principalmente para imprimir con tintas U.V. (100 % de contenido sólido). Se consiguen aplanando una de las caras de la malla al pasar rodillo o calandras calientes sobre su superficie.

Mallas de acero inoxidable

Empleadas en aplicaciones industriales para impresiones de gran precisión (circuitos impresos) y depósitos altos de tinta. También se emplean en decoración de cristal, cerámica y porcelana, así como con tintas termoplásticas.

Sin embargo su precio es muy elevado así como su vulnerabilidad al roce dada su poca elasticidad. Para su tensado se requiere equipo especial.

Mallas de poliéster alta tensión

Recientemente desarrolladas, estas mallas están dotadas de una mayor resistencia a la extensión alcanzando niveles de tensión superiores a las mallas convencionales (hasta 100 newton/cm.) a la vez que la pérdida de tensión por el uso es sensiblemente inferior.

A estas dos anteriores ventajas habría que sumar una reducción de la distancia de contacto (espacio entre la malla y la superficie a imprimir) lo que conllevaría un mejor registro junto con una mejor calidad de impresión, ya que reduce el nivel de fricción de la regleta contra la malla redundando a su vez en una mayor durabilidad de ésta.

Los marcos y su tensado

Los marcos pueden ser de diferentes formas, tamaños y materiales, pero todos tienen que tener dos cualidades fundamentales: rigidez y peso adecuado

Rigidez

La rigidez es la más importante de las dos cualidades antes mencionadas.

Para que la malla que se fija y tensa al marco no se deforme y por tanto pierda tensión, éste tiene que ser lo suficientemente robusto, ya que las tensiones a las que se trabaja hoy en día pueden alcanzar los 30 Kg./cm..

La pérdida de tensión de la malla provoca variaciones en el registro y mala definición de la impresión.

Peso

El peso de la pantalla es un factor importante ya que debe ser manejado por el ó los operarios en el proceso de la impresión con relativa facilidad.

Para confeccionar marcos de pantallas se emplean diferentes materiales.

La madera

Hoy en día prácticamente en desuso debido a las características inestables del material frente al agua, los disolventes así como su fácil deformabilidad.

El acero

Se emplea por su mayor rigidez y robustez en perfiles huecos de sección cuadrada o rectangular. Deben protegerse contra la corrosión mediante galvanizado o pinturas apropiadas. Tienen el inconveniente de su gran peso.

El aluminio

Más ligero que el acero y resistente a la corrosión, le hacen el más empleado actualmente. Algunos perfiles de aluminio tienen las paredes verticales reforzadas para conferirles mayor rigidez.

Como norma general tanto para los marcos de acero como de aluminio, se deberá cuidar que las soldaduras sean planas.

Marcos autotensables

Fueron una gran innovación en el proceso de impresión en serigrafía pues permiten modificar durante dicho proceso la tensión del tejido según lo requiera el trabajo específico de que se trate (de gran precisión) o incluso corregir el registro si fuera necesario.

El mecanismo empleado para esta operación puede ser a base de barras de flotación o rotación, efectuando el ajuste girando las tuercas que a su vez hacen girar dichas barras en las que se va enrollando la malla.

Ofrecen el inconveniente de su mayor costo así como su gran peso sobre todo para grandes formatos.

Medida de los marcos

El tamaño de los marcos está definido en función del tamaño del estencil a reproducir.

Los márgenes que quedan entre éste y el borde interior del marco se llaman tinteros y éstos oscilan entre los 15 cm. Para los formatos más pequeños y 30 cm. Para los más grandes.

Confección de la pantallas

Tensado de la malla

De todos los métodos existentes para el tensado de las mallas, podemos resumirlos en dos: mecánicos y neumáticos.

Mediante el procedimiento mecánico, la malla se fija a las abrazaderas situadas alrededor del marco y una vez asegurada a éstas, se procede a dar tensión separando las abrazaderas del marco mediante mecanismos de manivelas que hacen girar tornillos sinfines en ambos sentidos.

El procedimiento neumático emplea una serie de pinzas colocadas alrededor del marco a las que se fija la malla mediante mordazas. Dichas pinzas se componen de un émbolo que al aplicarle aire comprimido, se acciona tirando de la malla hacia fuera mientras que la pinza al estar apoyada directamente sobre el marco, ejerce una fuerza hacia el interior evitando la deformación de éste.

La fuerza ejercida se controla mediante un manómetro permitiendo que si se montan dos circuitos de aire independientes, se puedan tensar con diferentes tensiones el largo y el ancho de la malla.

Medición de la tensión de la malla

Para medir la tensión aplicada a la malla y en definitiva definir el grado de estabilidad requerido para un determinado trabajo, se emplean tres métodos.

La extensión de la malla es la diferencia o porcentaje de alargamiento del tejido después de aplicarle la tensión.

Fuerza aplicada. Para medir la resistencia de la malla a la tensión vertical ejercida sobre ella, se emplean medidores tanto mecánicos como

electrónicos. Dichos aparatos proporcionan mediciones precisas e instantáneas, lo que hace que se puedan efectuar no sólo al realizar el montaje de una pantalla nueva, sino también a lo largo de la vida útil de dicha pantalla.

Preparación de la pantalla para uso (desengrasado)

La malla recién montada conviene tratarla con algún producto químico para dotarla de mejor adherencia al esténcil. Dicho tratamiento consiste en una vez humedecida con agua la superficie, aplicar una pasta abrasiva (carburo de silicio del nº 500 o más fino) sobre la cara de la impresión frotando ligeramente con esponja o trapo húmedo y aclarar con agua a presión para evitar que no quede producto en la superficie tratada.

Queda descartada la utilización de productos caseros pues provocan daños en los hilos y pueden quedar incrustados en los huecos de la malla perjudicándola notablemente.

Tanto las pantallas nuevas como las usadas, deben someterse a un desengrasado antes de su utilización ya que el polvo y su manipulación hacen que se ensucien afectando a la adhesión uniforme del esténcil.

Esta operación se efectúa aplicando por ambas caras alguno de los productos disponibles en el mercado (actualmente biodegradables) y aclarando con abundante agua a continuación.

Igual que anteriormente, no conviene utilizar detergentes domésticos para este fin pues la mayoría de ellos contienen aditivos (p.e. lanolina) que depositaría sobre la malla, perjudicando notablemente la adherencia de la película o la emulsión sobre su superficie y provocando también un aumento de roturas de las mallas.

Las pantallas antes de pasar a la máquina para la impresión se deben bloquear las partes que no van a tener imágenes y cualquier punto o desperfecto que tenga el esténcil debe de ser subsanado en esta fase.

Las pantallas con esténcil indirecto se deben bloquear después que dicho esténcil ha sido transferido a la pantalla. Para mejorar la estabilidad de la pantalla, esta se debe de bloquear la pantalla estando húmedo el esténcil, porque así cualquier encogimiento al secarse será compensado al secarse en la pantalla formando un sólo cuerpo el esténcil con el bloqueador. Si al contrario se secase primero el esténcil y después se bloqueara esto puede ocasionar problemas en el registro sobre todo cuando hay varios colores.

El bloqueador al aplicarse a la pantalla, especialmente de plásticos para no dañar al tejido cubriendo toda la superficie abierta de la malla, al boquear hay que evitar que haya acumulaciones de bloqueador lo cual prolongaría el tiempo de secado produciendo excesivo encogimiento de la malla.

El secado del bloqueador se puede forzar con aire caliente, pero a temperaturas inferiores a 30°C y aire renovable pues como el bloqueador pasa de un lado al otro de la malla forma un sólo cuerpo con el esténcil a más temperatura se produce encogimiento, lo ideal habiendo tiempo, debería el secado hacerse naturalmente, es decir al aire, tanto para el esténcil basado en gelatina indirecto como lo de polímeros o directos y así evitar un secado desigual cuando el secado por calor se pasa de temperatura.

Hay una variación de bloqueadores de pantallas, unos son solubles al agua que se emplean al utilizar tintas de disolventes, otros son sensibles al agua, utilizándose en la impresión con tintas al agua, por lo tanto la elección del bloqueador es determinante, correspondiente a la tinta a emplear y así la cantidad de pasadas a realizar.

Bloqueador de secado rápido

Este bloqueador soluble al agua de secado rápido, está preparado para utilizar con tintas de disolvente, su resistencia es relativamente pobre a los disolventes, por lo que se utilizan en trabajos de tintas medianas y pequeñas, se pueden limpiar rápidamente con agua fría y puede ser utilizada para tapar algunas faltas pero nunca para realizar impresiones fuertes o seguidas.

Bloqueador del agua de secado lento

Este bloqueador se recomienda para toda clase de tintas con disolvente, se aplica con una viscosidad regular, hay veces que se puede diluir al 20% disuelto en agua, el bloqueador de alta viscosidad se recomienda para utilizar mallas mas abiertas, este bloqueador de pantallas aporta a la malla un bloqueo flexible. Sirve para ser empleado en trabajos de gran producción o trabajos de repetición.

Este bloqueador se disuelve en agua caliente, o con gran presión de agua.

Bloqueador con disolvente

Estos bloqueadores se utilizan con estenciles resistentes al agua y se imprimen con tintas al agua, se pueden emplear en trabajos temporales de muchos colores y todos los colores son colocados en la misma pantalla para su utilización, todos estos bloqueadores con disolventes están realizados con resina celosa, etil y con disolventes volátiles y así facilitan un secado rápido normalmente se quitan recuperando la pantalla.

Precintado de la pantalla

Los bordes de la pantallas se deben precintar con papel engomados o tiras de poliéster autoadhesivas.

Es bueno estandarizar los marcos de las pantallas, así como el área de impresión de las máquinas.

Elaboración de la forma de impresión

La elaboración de la matriz de impresión, también denominada pantalla, exige especial atención. El resultado de la impresión depende principalmente de la calidad de la pantalla.

El sistema de pantalla es determinado por el tipo de impresión.

Pantallas fotomecánicas

- Pantalla directa con emulsión
- Pantalla directa con película directa + emulsión (directa / indirecta)
- Pantalla directa con película directa + agua (película capilar)
- Pantalla indirecta con película

El impresor serigráfico decidirá cual de estas pantallas es la más adecuada para el trabajo a realizar.

El emulsionado uniforme es decisivo en la elaboración de una pantalla directa de buena calidad. El tejido tiene que estar encerrado en la emulsión; la parte más gruesa del recubrimiento tiene que estar empero del lado de impresión del tamiz.

Emulsionar el tamiz 1 a 2 veces del lado de impresión, e inmediatamente después 2 a 4 veces, húmedo en húmedo, del lado de la rasqueta; a continuación secarlo. El espesor definitivo del recubrimiento se puede obtener tras el secado, mediante 1 a 2 emulsiones adicionales (siempre con secado intermedio), del lado de impresión.

Para alcanzar ahora una mayor resistencia contra el desgaste producido por la rasqueta, los tamices se vuelven a emulsionar 1 a 2 veces tras el secado intermedio, también del lado de la rasqueta. Esta técnica se aplica principalmente con tejido de 5 hasta aprox. 40 hilos/cm.

La cantidad de los procedimientos de emulsionado depende de diferentes factores, los cuales provienen en parte de la impresión a realizar y por la otra de la finura del tejido.

Tipos de impresión

- Línea

Para obtener impresiones de contornos nítidos se aplica una capa de emulsión de 13 a 18 μ sobre tejido de 90 hilos/cm y más fino.

Regla general para la composición del recubrimiento: aprox. 20 a 25% del espesor del tejido.

- Retícula

Un recubrimiento delgado, de 6-8 μ , proporciona la aplicación fina de tinta que se exige en la impresión reticular.

Regla general: aprox. 10% del espesor del tejido.

- Tintas ultravioletas

Por lo general hay que prestar atención en la impresión con tintas ultravioletas, para que el depósito de tinta sea lo mínimo posible. El espesor adicional del lado de impresión de la pantalla no debe sobrepasar normalmente los 5 micrones.

El emulsionado básico se efectúa generalmente húmedo en húmedo. Después del secado intermedio se empareja la estructura del tejido mediante uno o varios emulsionados posteriores.

La cantidad de los procesos de emulsionado en el recubrimiento básico es determinado por la finura y calidad del tejido.

Fineza del tejido, cantidad de hilos/cm, apertura de malla superficie libre espesor del tejido.

Monofilamento 120 T 45 μ 30,1% 61 μ

Monofilamento 150 T 30 μ 20,1% 64 μ

Monofilamento 180 T 23 μ 17,5% 62 μ

Los ejemplos arriba citados indican claramente las diferentes superficies en porcentajes, con espesor relativamente igual de tejido. Mediante una apertura mayor de malla se puede aplicar mayor cantidad de emulsión en cada aplicación. Para obtener el mismo espesor de capa en los tres tipos de tejido se debe variar la cantidad de aplicaciones.

La emulsión debe ser aplicada sobre la pantalla inmediatamente después de haber limpiado el tejido, para evitar así un nuevo ensuciamiento del mismo con polvo, entre otros, salvo cuando los tejidos se almacenen libres de polvo.

Dificultades de desprendimiento

- El colorante no fue lavado inmediatamente después de la impresión.

- Limpieza insuficiente tras la impresión. Restos de colorante quedaron fijados en el tejido. Transcurrido cierto tiempo, las partículas de color secas ya no se pueden retirar completamente.
- La pantalla está grasosa por restos de los disolventes. El producto desprendedor no puede atacar la capa fotográfica. Desengrasar adicionalmente antes de aplicar el producto.
- Se ha aplicado un desprendedor inadecuado.
- Por lo tanto hay que prestar atención a que la emulsión no permanezca en la aplicadora más tiempo del necesario. Cubrir la emulsión para evitar que se seque o se ensucie con polvo.

Procedimiento:

- Emulsionar el lado de impresión, 1-2 veces.
- Emulsionar lado de la rasqueta, 2-4 veces
- Secar, 20-30° C. Cara de impresión hacia abajo.
- Reemulsionar sobre lado de impresión, 1-2 veces.
- Secar, 20-30° C
- Exposición.
- Revelar con agua fría.
- Secar a 20-30° C.

Endurecimiento de pantallas para el estampado textil con colorantes a base de agua.

Desarrollo general:

- Secar la copia como en pantallas gráficas.
- Retocar con la misma emulsión, eventualmente con laca especial.
- Secar y volver a exponer.

- Pintar de ambos lados con endurecedor, dejar actuar 15 a 20 minutos.
- Soplar o aspirar la malla.
- Secado térmico:

Procedimiento de endurecimiento:

En el estampado textil se aplican colorantes a base de agua. Para la elaboración de las pantallas se aplican lacas fotográficas, e.d. emulsiones que pueden ser tratadas químicamente tras el proceso normal, para hacerlas más resistentes al agua y a los productos químicos.

El producto endurecedor se puede aplicar con un pincel ancho (no usar pincel con pelos de poliamida), un raspador de fieltro o una esponja. La pantalla en posición horizontal se pinta de ambos lados con el endurecedor.

Para permitir la penetración del endurecedor en las capas es importante que antes del fijado definitivo la pantalla pueda permanecer unos 15 minutos aproximadamente a temperatura ambiente. Después se puede endurecer con calor a 60°C durante una hora o dejar endurecer durante 24 horas a temperatura ambiente.

Después de este endurecimiento final, la capa de copiado es prácticamente insoluble y no se puede casi sacar del tamiz con los productos químicos habitualmente disponibles.

Exposición

Atenerse a las instrucciones del proveedor del material fotográfico.

Las lámparas de copiado deben tener la máxima capacidad de rayos en el espectro entre aprox. 360 a 420 milimicrones (luz ultravioleta, violeta hasta azul).

La mayor sensibilidad de películas de pantalla y emulsiones Diazo está en la gama de los 380 a 400 milimicrones.

Las fuentes adecuadas de luz son:

- Lámparas de halogenuro metálico.
- Lámparas de vapor de mercurio.
- Lámparas de mercurio de alta presión.
- Lámparas de halógeno de mercurio.
- Lámparas fluorescentes superactínicas.

Aunque las lámparas de Xenón se apliquen en offset, su gama espectral no alcanza para la impresión serigráfica.

Para una reproducción muy exacta se recomienda una luz concentrada de punto.

Cuando se copian líneas finas o registros se puede usar también luz de tubos. Si los tubos están ubicados uno al lado del otro, la distancia entre ellos no debe ser mayor que la distancia a la pantalla.

Cuanto mayor sea la superficie a exponer tanto más fuerte debe ser la fuente de luz.

La distancia entre la luz concentrada de punto y el marco de copiado tiene que ser como mínimo igual a la diagonal de la superficie a exponer y también por lo menos 1 1/2 veces la diagonal de la imagen. El ángulo de inclinación del cono de luz no debe sobrepasar en ningún caso los 60°.

La intensidad del efecto luminoso disminuye en relación de potencia cuadrada al aumento de la distancia de la lámpara a la copia. Por eso al aumentar la distancia, el tiempo de exposición debe ser prolongado en relación de potencia cuadrada al factor de este aumento.

Nuevo tiempo de exposición = (distancia nueva)² x tiempo anterior
distancia vieja.

Insolacion de pantallas

Consiste en transmitir la imagen del original a la pantalla:

- Se emulsiona la pantalla por los dos lados.
- Se pone a secar horizontal
- Se coloca el positivo sobre la pantalla. Por la zona de impresión de la pantalla y el positivo por la zona de la emulsión.
- Se hace por medio de una prensa de vacío un contacto.
- Se le da una exposición (insolación), para pasar la imagen del original a la pantalla, es decir: las partes donde no ha pasado la luz son las que se irán con el revelado y las zonas donde la luz ha pasado, se endurecerán.

Angulación de las líneas de retículas en las diapositivas.

Para mejor comprensión de este tema disponemos lo 0° en el extremo superior del eje vertical de la imagen.

En la impresión de dibujos monocolors, la progresión de las retículas en la diapositiva se situará siempre a 45% ó a 52% para la impresión serigráfica.

Si el dibujo se hace a cuatro colores, las series de retículas se copiarán adoptando la siguiente angulación:

Amarillo a 0° porque aplicado a la pantalla en esta posición no produce efectos de moaré visibles.

Azul a 15°

Negro a 45°

Rojo a 75°

Los colores rojo, negro y azul deberán siempre distanciarse entre día de 30°. Adoptando esta disposición cromática, cualquier posible efecto de moaré resultaría casi inapreciable a simple vista.

- Caso particular

En la técnica del retrato y de tonalidades encarnadas predominan el amarillo y el rojo. La distancia entre estos dos colores deber ser de 45°, obteniéndose así la siguiente angulación:

Amarillo 0°

Azul 15°

Rojo 45°

Negro 75°

- Caso particular

Si predominan p.ej. las tonalidades verdes, la angulación entre el amarillo y el azul tendrá que ser de 45°. Tendremos así la siguiente angulación de retículas:

Amarillo 0°

Negro 15°

Azul 45°

Rojo 75°

Nota importante: Estas angulaciones tienen validez para retículas de puntos y retículas perladas; estas últimas son particularmente apropiadas para los casos particulares a que nos referimos.

Efectos de moaré en serigrafía

El efecto de moaré es más pronunciado si se registra en el dibujo unicolor obtenidos con retículas de punto o retículas perladas.

En los procedimientos convencionales (impresión en relieve, en huecograbado y offset) el efecto de moaré puede producirse únicamente entre las series de tonalidades de dibujos policromos. Por medio de una adecuada angulación de las series de retículas el molesto efecto de moaré. Este efecto es perfectamente visible en impresiones o estampados unicolores; afortunadamente queda enmascarado en los dibujos multicolores, pero es tanto más intenso cuanto más importante es el porcentaje de cubrimiento de cada color.

¿Cómo evitar la aparición de efectos de moaré en serigrafía?

Selección de los tejidos

Cuanto más fino se toma el tejido en relación con la finura de la retícula, tanto menos visible se hacen los efectos de moaré.

El tejido, una vez tensado, no conviene que presente casualmente hilos más finos de 1 ó 1/2 número con respecto a la finura de la retícula: mejor un tejido 4.2 veces más fino que el de la retícula que otros, 4.0 ó 4.5 veces más finos. No es aconsejable, por ejemplo, un tejido con 100 hilos por cm. lineal combinado con una retícula No. 24 ya que, una vez tensado, el tejido No. 100 aparecerá como No. 96 (96 hilos/cm) y esta cifra es múltiplo exacto de la densidad de la retícula. Por consiguiente, en cada 4 hilos puede repetirse la posición relativa coincidente entre los hilos de la retícula y de la pantalla con lo que aumentaría el riesgo de obtener efectos moaré.

Angulación de toda la composición positiva

Si la utilización de un tejido más fino no permitiera suprimir el efecto de moaré, pueden adoptarse las siguientes medidas:

- Modificar las series de las retículas en todas sus posiciones, desplazándolas de 4 a 7° con respecto a su posición normal. La copia puede hacerse sin dificultades en el taller litográfico. Con la angulación así modificada, el amarillo pasa de 0° a 7°, el azul de 15° a 22°, etc.
- En lugar de modificar las series de las retículas, tensar el tejido formando un ángulo de 4 a 7 °.

Angulación del dibujo sobre tejidos sin angulación

Para la impresión de dibujos pequeños con máquinas semiautomáticas, la diapositiva de retícula puede copiarse con angulación sobre la pantalla. En este caso se procede de la siguiente manera: se engoma el positivo sobre la mesa de iluminación. Se sitúa la pantalla en posición de impresión sobre el positivo y se efectúa la angulación hasta que haya desaparecido cualquier efecto del moaré. Con un lápiz se marca la posición de la diapositiva sobre el tejido. No hay que olvidar de marcar así mismo el sentido del positivo y el color

(p. ej. azul). Sólo ahora se puede proceder al recubrimiento de la pantalla (método directo) o a su humectación (método indirecto).

Con todo, la angulación del dibujo plantea ciertas dificultades: en caso de alimentación automática del material a imprimir o estampar queda excluida esta angulación; lo mismo vale si la máquina de imprimir dispone de marcas fijas de colocación (marginadoras).

Al iniciar este apartado se indicó que esta angulación es aplicable a dibujos pequeños. Por tanto, si el tamaño del material a imprimir o estampar es igual al de la mesa de impresión resulta imposible introducir oblicuamente los pliegos, y, por tanto, habrá que descartar también esta posibilidad.

Es prácticamente imposible mencionar todas las medidas que pudieran garantizar la eliminación del efecto de moaré porque demasiadas son las incógnitas a este respecto.

Valor de tonalidad se entiende por valor de tonalidad la proporción de tamaño de la superficie de un punto de retícula impreso, y la superficie posible en caso de recubrimiento 100 por 100. Mientras que en el offset el recubrimiento puede ir del 95% hasta el 5%, la serigrafía generalmente se ha de conformar con una gama de valores de tonalidad desde aprox. 85% a 15%. Para un punto que imprima perfectamente a la luz de aproximadamente 15%, la tinta de impresión debe mantenerse relativamente fluida, para mantener abierto el punto en el tamiz. Esto a su vez da lugar a dificultades en el fondo: allí el punto del 85% tiende a emborronarse, si la tinta es demasiado fluida. En cambio si para el fondo de tinta se ha elegido algo más viscosa, entonces el punto agudo se seca demasiado rápido en el tamiz.

Viscosidad de tinta puede verse que es preciso ir a un compromiso al graduar la viscosidad de la tinta, con el fin de evitar por una parte que en los

fondos se corra la tinta, y permitir por otra parte que se impriman los puntos pequeños en las partes claras de la imagen.

Valor de la tonalidad de las selecciones de color El litógrafo que prepara las selecciones de color para la serigrafía, debe tender a un recubrimiento máximo del 300% en los fondos, para los 4 colores sumados. En las reproducciones con mucho fondo, el negro difícilmente puede llegar al 75%. En cambio el amarillo puede llegar al recubrimiento total, con el fin de conseguir el tono deseado de verde o rojo. Cuanto más fina sea la trama, tanto mayores son las dificultades que aparecen en serigrafía. Así se manifiestan también los límites actuales de la serigrafía de tramas, si se quiere efectuar a escala comercial. La serigrafía no trata de sustituir el procedimiento offset, sino complementarlo. Ejemplos para una reproducción impecable dentro de la gama de valores de tonalidad: hasta 24 puntos/cm 5-90% 36 10-85% 48 15-80%. Estos ejemplos se basan en la regla: El punto más fino que se dejó imprimir debería de tener un diámetro de 80-100 micras. En el caso de monofilamento 140 S correspondería a tres veces el diámetro de hilo.

Óptima tensión en el tejido

Las conocidas prescripciones referentes al tensado del tejido merecen particular atención en la impresión o estampación con retículas. Conviene sin duda recordar, una vez más, los principios fundamentales:

- Un tejido muy tenso e igualado. Un dispositivo de tensado con accionamiento neumático asegura el mejor cumplimiento de las elevadas exigencias requeridas permite obtener un tensado absolutamente uniforme

de los cuatro tamices necesarios para dibujos a cuatro colores. (Control de la presión por medio de un manómetro).

- Tensado rectilíneo de los hilos. Es sabido que esta exigencia sólo se puede cumplir parcialmente. Las pantallas presentan, en general, ángulos irregulares, este inconveniente solo puede evitarse empleando un marco o marco de formato capaz de asegurar una distancia mínima de 15 cm. entre la arista exterior del dibujo y la arista interior del marco. La distancia en el sentido de impresión es dada por el mecanismo de accionamiento de la rasqueta.
- Si la reproducción de retícula se realiza sobre una pantalla demasiado pequeña, una parte del dibujo puede situarse en la parte no homogénea de la pantalla de hilos no rectilíneos. Esta falta de uniformidad puede causar un efecto parcial de moaré. Utilizando un marco mas grandes, los bordes de la copia reposan sobre la parte central de la pantalla perfectamente tensa, donde no se produce el efecto moaré. Conviene recordar que la impresión o estampación de retícula es comparable con la impresión por rapport (registro perfecto) y, por consiguiente requiere marcos de metal estables. Esta es una de las condiciones previas que es indispensable cumplir.

Impresión

El resultado de la impresión se ve influido durante el proceso por diversos factores, por citar solo algunos:

- Factores personales: Actitud y formación del impresor.
- Forma de construcción de la máquina de imprimir: modelo pesado y preciso o ligero; estabilidad de la mesa de impresión, clase de ajuste de registro, guiado de la rasqueta.

- Disposición de la forma de impresión, en especial la tensión del tejido.
- Dureza de rasqueta elegida, cuidado empleado en la realización del afilado de la rasqueta, ajuste del ángulo de la rasqueta, de la presión de la rasqueta y de la velocidad de la rasqueta.
- Ajuste del salto (distancia entre tamiz de impresión y material a imprimir).
- Ajuste de la altura y el momento del movimiento del alzamiento.
- Asiento del material a imprimir.

Con vista a las interacciones mutuas de los factores arriba citados es recomendable, en la medida en que lo permitan los modelos a imprimir, clasificar las formas de impresión en unas pocas dimensiones normalizadas. También se deberían clasificar las muestras de serigrafía, en cuanto a una penetración de tinta más o menos intensa.

Si se trata de recoger sistemáticamente experiencias, se deberán observar entre otras las siguientes reglas fundamentales:

- Limitar en lo posible la multitud de cometidos, es decir, conformarse en un principio con pocas muestras de impresión similares.
- En las pruebas de impresión, modificar cada vez un único factor, y no corregir nunca dos o más ajustes.

Preparación de la máquina de serigrafía de lecho plano

Para obtener una impresión limpia y de registro exacto, es importante ajustar correctamente el salto y la elevación.

Se denomina salto a la distancia entre el tamiz de impresión y el material a imprimir, en un momento poco antes del proceso de impresión, es decir, antes que la rasqueta oprima el tamiz sobre el material a imprimir.

El salto es necesario, en primer lugar para que el material a imprimir no sea tocado por el tamiz antes de efectuar la impresión, y eventualmente se emborrone; en segundo lugar, para que el tamiz tenso se separe del material a imprimir inmediatamente detrás de la rasqueta de impresión.

Para la impresión a mano generalmente se utiliza un salto algo mayor que para la impresión a máquina.

Debe vigilarse siempre rigurosamente que el tamiz se mantenga colocado paralelo a la mesa de impresión.

Cuña de medida SST

En las máquinas de impresión de lecho plano, un salto uniforme es uno de los factores decisivos para lograr una exactitud de registro y una impresión correcta. Si en la máquina de impresión se ha colocado una pantalla con diferencia de salto, es lógico que la presión de la rasqueta se ajusta desigualmente, porque la rasqueta tiene que oprimir con mayor fuerza sobre el tamiz, en el lado donde haya mayor salto. De esta manera resulta una distorsión irregular e intensa de la imagen estampada.

Con la cuña de medida se puede controlar muy fácilmente la uniformidad de salto, introduciendo la cuña entre el marco de la pantalla y el material a imprimir, por las cuatro caras. Sobre la escala de la cuña de medida se puede leer el salto en mm. El salto óptimo depende de las dimensiones de la pantalla, de la imagen a imprimir, de la tensión del tejido, del ajuste de la tinta y en general del problema de impresión.

Las condiciones fundamentales para una exactitud de registro son un alto lo más pequeño posible y una presión de rasqueta mínima.

Para que el tamiz se levante aun mejor del material a imprimir, muchas máquinas de impresión llevan un movimiento de elevación que va levantando cada vez más el marco del tamiz, según avanza el recorrido de la rasqueta. En cuanto al mecanismo de la rasqueta se mueve en la dirección de impresión, el tamiz queda levantado mediante el alzador que va detrás de la rasqueta. Esto significa un salto adicional, constantemente mayor, durante el proceso de impresión.

Información para el estampado textil.

En el estampado textil se trabaja normalmente sin salto, es decir, la pantalla está en contacto con la tela a estampar. Después, la pantalla se levanta lentamente.

La buena tensión del tamiz, el salto y el movimiento de alzamiento son tres factores que cooperan a levantar el tamiz del material a imprimir, poco detrás de la rasqueta de impresión. En cambio si el tamiz se queda pegado sobre la imagen impresa durante un cierto recorrido (denominado formación de arrastre), entonces la impresión queda sucia si se produce el más mínimo movimiento o distorsión del tamiz.

Pueden ajustarse los tres momentos:

- La tensión del tamiz
- La altura del salto
- La altura de la elevación

Si se aumentan, hay que aumentar también un poco la presión de la rasqueta. Es mejor aumentar el movimiento de elevación que el salto.

Un salto demasiado grande y una elevación demasiado grande van en detrimento de una exactitud de registro, como ya se indicó.

Para disminuir los efectos de la deformación de arrastre, a menudo vale también reducir la velocidad de impresión.

En el caso de máquinas de impresión por cilindro, no se necesita el movimiento de elevación.

La rasqueta de impresión

Material. Las rasqueteas de impresión son de goma o plástico (designación comercial: Neopreno) o de poliuretano (Vulkollan, Ulon).

Las rasqueteas de goma presentan un mayor desgaste, pero su carga electrostática es mínima.

Las rasqueteas de poliuretano tienen mejor resistencia a la abrasión, pero cogen carga.

Ambos materiales endurecen con el transcurso del tiempo. Si se dejan las rasqueteas demasiado tiempo en disolvente, se hincha el material de la rasqueta. La hoja de la rasqueta queda ondulada y no puede utilizarse. Por este motivo las rasqueteas deben limpiarse inmediatamente después de haber efectuado la impresión.

El material de las rasqueteas tampoco debe presentar poros o arañazos en las caras laterales. Esto da lugar a una impresión con rayas.

Dureza. La dureza de las rasqueteas se mide en *shore*. La gama generalmente recomendada es de 60°-75° *shore*.

Las rasqueteas duras (70°-75° *shore*) son aptas para impresiones de gran formato e impresiones de trama.

Las rasqueteas blancas (60°-65° *shore*) se utilizan para impresión de superficies y se prefieren para las superficies irregulares del material a imprimir.

Las rasqueteas demasiado duras exigen una presión de rasqueta elevada, y pueden dar lugar a dificultades de registro (cuanto mayor sea la resistencia al rozamiento sobre el tamiz, tanto mayor es la distorsión y desplazamiento que la rasqueta ejerce sobre el tejido).

Dimensiones. La hora de la rasqueta debe tener 8-10 mm de grueso, y sobresaldrá como máximo 35 mm del soporte de rasqueta.

La longitud de la hoja de rasqueta debe rebasar la imagen de impresión unos 3-5 cm por cada lado.

El marco de impresión debe tener unas dimensiones suficientes para que sus bordes interiores dejen libre a cada lado de la rasqueta de impresión una distancia de 10 cm.

Unas distancias demasiado pequeñas dan lugar a una distorsión visible de la imagen.

Afilado de la rasqueta. La configuración de la arista de la rasqueta influye decisivamente sobre la calidad o clase de impresión.

Una rasqueta de arista afilada aplica sobre el material a imprimir una cantidad de tinta exactamente limitada, a través del tejido y la pantalla. La impresión queda limpia y con bordes nítidos. Esto es importante para los detalles finos y la impresión de tramas.

Una arista de rasqueta que haya quedado roma o que intencionadamente se haya redondeada, no corta la tinta sobre el tamiz, sino que empuja mucha tinta a través del tamiz. Se emborronan los detalles; por otra

parte, la aplicación de mayor cantidad de tinta puede ser deseable para conseguir un mejor recubrimiento de superficies.

Una rasqueta mal afilada da lugar a una impresión con rayas. Generalmente no queda claro si la causa de la impresión con rayas debe buscarse en la rasqueta o en el tejido. Solamente se obtiene una claridad completa, si el tejido se tensa de forma tal que los hilos formen un determinado ángulo respecto al marco de impresión y por tanto al movimiento de la rasqueta. Basta con un ángulo de por ejemplo 7°. Es asombroso cuantas veces el defecto está en la rasqueta. Se corrige limpiando cuidadosamente el borde de rasqueta bien afilado, utilizando un paño de pulido.

La afiladora de rasqueteadas tiene que tener una disposición de amarre rígido para la rasqueta de impresión. El afilado de la hoja debe ser paralelo a la fijación de la rasqueta. De esta manera puede efectuarse un reafilado sumamente fino.

Deben evitarse sobre-calentamientos en el proceso de afilado.

Como elemento para el afilado se utilizan bandas de esmeril, o muelas especialmente preparadas para afilar goma. Las bandas de esmeril pueden utilizarse para recubrimiento de ruedas o como banda continua.

Las bandas de esmeril son más prácticas que las muelas: Es muy rápido sustituir las bandas que hayan perdido filo, y adaptar las bandas de esmeril con grano adecuado a las distintas clases de goma de rasqueta. En cambio las muelas necesitan un dispositivo de perfilado para limpiar las superficies de amolado.

Recomendaciones para afiladoras con muelas:

- Grano de muela: No. 46-54
- Diámetro de muela: 250 mm

- Número de revoluciones/minuto: 2200 (corresponde a 28 m/segundo aprox.)
- Avance: 180 cm/min.
- Refrigeración por agua

Perfiles de rasqueta

Para la serigrafía normal sobre superficies, se utiliza un perfil rectangular.

Para la impresión de objetos suele ser adecuado un perfil agudizado.

Ángulo de la rasqueta. El ángulo usual con el cual se fija la rasqueta de impresión es de 75°. Las variaciones respecto a este ángulo influyen sobre la aplicación de tinta y la exactitud de registro.

Ángulo demasiado agudo: en esta postura queda reducida la flexibilidad de la hoja de la rasqueta. Durante la impresión, le resulta difícil ceder hacia atrás.

Aumenta el efecto de corte de la arista de la rasqueta: Por lo tanto la aplicación de pintura es relativamente escasa. También se incrementa el rozamiento sobre el tamiz: el tejido se desplaza en la dirección del movimiento de impresión, con lo que se producen faltas de precisión de registro.

Ángulo demasiado plano: la hoja de la rasqueta puede ceder hacia atrás. Empuja más tinta a través del tamiz.

Un cierto paralelismo del efecto del ángulo de la rasqueta con el efecto del afilado de la rasqueta:

Ángulo agudo: afilado de rasqueta agudo.

Ángulo plano: borde de rasqueta redondeado.

Para el estampado textil se usa normalmente rasqueteas con perfiles redondeados. De acuerdo al poder de absorción de la tela a estampar se escoge el perfil con el radio y la dureza correspondiente.

Presión de la rasqueta. Como ya se explicó, una presión de rasqueta demasiado fuerte influye sobre la precisión de registro, porque la rasqueta arrastra el tejido. Por este motivo se debe trabajar siempre con la presión más reducida posible. La regulación puede efectuarse de la forma siguiente:

- Girar la rasqueta de impresión hacia arriba, hasta que en la posición de trabajo deje de tener contacto con el tamiz de impresión.
- Llevar el carro de la rasqueta en posición de impresión, hacia el centro de la imagen de impresión.
- En esta posición, girar hacia abajo la rasqueta hacia el tamiz, hasta dejar un intersticio de luz pequeño, y efectuando un ajuste paralelo.
- Llevar la rasqueta de impresión a hacer contacto con el material de impresión, mediante un giro uniforme de ambos tornillos de regulación.
- Durante las primeras impresiones sobre material inservible. Corregir eventualmente la posición de la rasqueta.

La presión de la rasqueta no se deberá modificar por ningún concepto durante la impresión de una tirada. En el caso de impresión multicolor, se deberá ajustar para todos los tamices la misma presión de rasqueta. Si se aumenta la presión, entonces se alarga la imagen impresa tal como se ha explicado anteriormente.

Limpieza de la rasqueta. Después de la impresión, es necesario limpiar la rasqueta inmediatamente. La acción persistente de los disolventes ablanda el material de la rasqueta, y la deja inservible.

La velocidad de impresión. El flujo de tinta que atraviesa la forma de impresión depende también de la velocidad de impresión en relación con la viscosidad de la tinta, con la forma de impresión, la configuración de la rasqueta, el clima ambiente, etc.

En caso de una velocidad demasiado alta, las mallas del tamiz pueden no llegar a llenarse en determinadas circunstancias. No se produce una impresión limpia. La velocidad de impresión ha de adaptarse a los demás factores que determinan el resultado de la impresión por ejemplo:

- Elevada viscosidad de la tinta (tinta ajustada demasiado corta)
- Una pantalla directa con recubrimiento grueso
- Un tejido de pantalla con orificios de mallas pequeños
- Una rasqueta con ángulo agudo (para que no se emborronen los detalles finos)
- Impresión de grandes superficies que exijan un mayor recubrimiento de tinta.

En todos estos casos, y la relación no es completa, es preciso reducir la velocidad de impresión.

Si durante la impresión de una tirada se modifica la velocidad de impresión, entonces también cambia el resultado de impresión.

Queremos recordar una vez más, que cuando se obtienen resultados deficientes de impresión (impresión sucia, dificultades de registro, etc.), generalmente se deberán considerar varios de los factores citados, pero que para determinar sistemáticamente las causas del defecto, se deberá modificar siempre un solo factor a la vez. La primera condición para un buen resultado es siempre una forma de impresión correcta, adaptada al problema en cuestión.

Los ajustes necesarios se realizan y se van haciendo hasta que el impresor, logra la calidad requerida, estas operaciones se hacen con la máquina lenta, aumentando la velocidad de impresión hasta llegar a la producción necesaria, esto hay que hacerlo en cada color, por lo que hay que cuidar que la presión del cepillo, como la distancia de registro, sea siempre la misma en cada cambio de pantalla, un vez empezada la impresión, es necesario sacar una o dos pruebas para comprobarlas con las siguientes y así evitar cambios de color y de registro.

El impresor tiene que revisar el secado de las tintas y que este sea correcto, dependiendo siempre de la tinta a emplear.

Tintas y solventes

¿Qué es una tinta serigráfica?

Una tinta serigráfica es, básicamente, una composición de resinas, pigmentos y disolventes, destinada a dar color a una impresión determinada.

La función de los pigmentos es dar el color, propiamente dicho.

Las resinas tienen como misión el fijar el color al soporte que estamos imprimiendo.

Los disolventes nos permiten obtener y regular la fluidez adecuada para poder aplicar la dispersión de resinas y pigmentos, mediante el proceso serigráfico.

Los pigmentos son los que nos confieren, aparte del color, las características de transparencia u opacidad y sobre todo de estabilidad a la luz de los impresos. Por ello, es muy importante que el formulador elija los

pigmentos a emplear en una tinta serigráfica con la solidez a la luz necesaria para el trabajo a que vaya destinada la tinta. Lamentablemente, muchas veces el formulador se ve obligado a emplear pigmentos con un matiz sucio, debido a que si es necesaria una solidez a la luz elevada, no se dispone de pigmentos con un matiz limpio y una solidez a la luz alta ya que por lo general, los colores, a igualdad de matiz, cuanto mayor solidez a la luz tienen, más sucio es el tono y por el contrario, cuanto mayor es la luminosidad y nitidez de un color, menor es su estabilidad a la luz.

Las resinas tienen una importancia capital en cuanto a transferir a la tinta las características de anclaje al soporte a imprimir. Las resinas además, confieren a la tinta diversas propiedades, como la de mayor o menor facilidad de liberar los solventes, lo que se traduce en un secado más o menos rápido. Así mismo, algunas resinas son capaces de reaccionar sobre el soporte, aumentando de esta manera, la adherencia y la resistencia química de los impresos.

En el caso de las tintas de curado por U.V., la resina se forma sobre el propio soporte ya que para la formulación de estas tintas, en lugar de una resina se emplea un prepolímero, el cual reacciona con los radicales libres que se forman por la descomposición del Fotoiniciador en presencia de la luz U V. Formándose la resina, propiamente dicha, sobre el soporte.

Los disolventes como ya hemos dicho, tienen como función regular la fluidez de las tintas, para permitir su aplicación. Genéricamente, existen tres grandes grupos de tipos de disolventes empleados en las tintas serigráficas. En las tintas al agua, se emplean como disolventes, el agua, algunos alcoholes y algunos disolventes orgánicos, que actuando como cosolventes, facilitan la formación de película de las resinas.

En las tintas convencionales se emplean disolventes orgánicos, los cuales con una adecuada selección, nos permiten regular el secado de las tintas de acuerdo con las necesidades de velocidad que tengamos. Así mismo algunos disolventes, en la impresión de determinados plásticos como el P.V C. o el poliestireno, nos permiten atacar químicamente la superficie del plástico para mejorar la adherencia de la tinta.

En las tintas de curado por U.V. como disolventes se emplean generalmente monómeros, los cuales en el momento de la reacción del prepolímero con los radicales libres del Fotoiniciador, reaccionan así mismo con el prepolímero, pasando a formar parte del polímero final. Una adecuada elección de monómeros, nos permite regular además de la viscosidad de la tinta, una mayor o menor velocidad de curado y una mayor o menor flexibilidad de la película de tinta, entre otras características.

Características autosolventes de las tintas serigráficas

La propiedad de ser autosolvente, en una tinta serigráfica, es un factor muy importante, de cara a facilitar el empleo de la tinta en el momento de la impresión.

Esta característica a grandes rasgos, es la posibilidad de que una tinta sea capaz de disolver con facilidad a la misma tinta seca.

La importancia de que una tinta sea autosolvente se explica por el motivo de que si una tinta es capaz de disolver los restos de tinta seca en la pantalla con facilidad, nos permitirá, por un lado mejorar la calidad de impresión impidiendo la obturación de la pantalla y por otro , nos permitirá bajar el índice de evaporación de los disolventes empleados en la formulación de la tinta,

aumentando de esta manera, la velocidad de secado de la tinta sobre el soporte.

La importancia de que una tinta sea autosolvente es capital en el caso de la impresión de cuatricomías ya que, si una tinta es capaz de disolverse a sí misma, impedirá el secado de los puntos de la trama, mejorando la calidad de impresión.

Para no disminuir las propiedades autosolventes de una tinta, es importante la utilización de disolventes adecuados para diluirla , ya que el empleo de disolventes no adecuados podría disminuir la facilidad de auto diluirse la tinta. Por ello, es importante consultar al fabricante de la tinta cuales son los disolventes más adecuados para diluirla.

Grupos de tintas y su aplicación sobre diversos soportes.

Intentaremos agrupar las tintas de secado convencional en diversos grupos, de acuerdo con el soporte a que vaya destinada su aplicación.

Tintas para papel : Estas tintas suelen ser de secado por evaporación, estando compuestas generalmente a base de resinas celulósicas o acrílicas, empleándose para su formulación sistemas solventes basados en hidrocarburos. P ara su disolución se emplean, generalmente, hidrocarburos alifáticos (*white spirit*).

Estas tintas acostumbran a ser autosolventes, dando por ello, una buena estabilidad en pantalla. Para retrasar el secado de la tinta en pantalla, sobre todo en épocas calurosas, es preferible, en lugar de emplear retardantes que podrían dar problemas de repintado en el apilamiento, sustituir los hidrocarburos alifáticos por hidrocarburos aromáticos, que reforzarán la

propiedad autosolvente, aumentando la estabilidad en pantalla, sin retrasar substancialmente el secado sobre el soporte.

Tintas para P.V.C.: Estas tintas están formuladas con polímeros acrílicos y copolímeros vinílicos. Al igual que las tintas para papel, suelen tener propiedades autosolventes, siendo esta propiedad mas o menos acusada dependiendo del tipo de polímero empleado. También influyen en esta propiedad, los solventes empleados en su formulación.

Éstos suelen ser ésteres y éteres combinados, en ocasiones con hidrocarburos y contando con la presencia, en mayor o menor medida de acetonas, las cuales atacan químicamente al P V C., mejorando la adherencia de las tintas.

Dada la gran diversidad de resinas que se pueden emplear en estas tintas, es siempre recomendable seguir las instrucciones del fabricante de la tinta, en el empleo de disolventes para su disolución, evitando de esta manera emplear disolventes inadecuados que nos podrían alterar las características de las tintas, ocasionándonos problemas de secado y/o adherencia.

Estos tipos de tintas son adecuadas, además de su empleo sobre P.V C., para la impresión de Metacrilato, Poliestireno, Policarbonato, A.B.S. y poliéster recubierto, aunque, siempre es recomendable el realizar un ensayo previo de adherencia, antes de iniciar un tiraje.

Si estas tintas se emplean sobre papel o cartón, debe tenerse en cuenta que si bien su adherencia es correcta, sobre estos soportes, su dureza puede ser excesiva, sobre todo en la impresión de grandes masas, pudiéndose presentar problemas de rotura de la película de tinta.

Tintas para duroplastos, metales y vidrio: Estas tintas, destinadas a la impresión de soportes difíciles, suelen estar formuladas a base de resinas

epoxi, poliuretano o alquídicas. En los dos primeros casos, dado que se trata de tintas de dos componentes, se deben seguir escrupulosamente las instrucciones del fabricante, tanto en lo que se refiere a proporciones de catalizador como de tipo de disolvente, como de *pot-life*, ya que cada tipo de resina y cada tipo de catalizador, requiere unas condiciones de trabajo y de disolución, determinadas.

En el caso de las tintas basadas en resinas Alquídicas, o Tintas grasas, los disolventes a emplear suelen ser hidrocarburos alifáticos (*white spirit*), salvo instrucciones en contra del fabricante.

Ninguno de estos tipos de tintas tienen propiedades autosolventes, con lo que se debe extremar el cuidado en su utilización, ya que, en caso de secarse en pantalla, puede hacer que ésta quede irrecuperable.

Tintas para poliolefinas, polietileno y polipropileno: Las tintas destinadas a la impresión de poliolefinas, están formuladas de muy diversas formas.

Tanto pueden ser de un componente como de dos, pueden tener propiedades autosolventes o no y pueden ser diluidas de muy diversas formas, por lo que se deben seguir las instrucciones de la ficha técnica elaborada por el fabricante, ya que no se pueden dar unas recomendaciones generales.

En la impresión de poliolefinas, debe tenerse en cuenta que es muy importante que la superficie a imprimir esté tratada, ya que si no, la adherencia se vería mermada.

Este tratamiento para ajustar la tensión superficial del soporte, puede darse tanto por llama flameado, como por bombardeo de electrones, tratamiento corona.

En el caso del polipropileno, en ocasiones, el fabricante del plástico ya somete al mismo a un tratamiento corona, con lo que es posible imprimirlo sin

tratamiento previo en el taller de impresión. No obstante, siempre se debe realizar un ensayo de adherencia o una medición de la tensión superficial.

En algunos casos, en la impresión de polipropileno, si las necesidades de adherencia no son extremas, existen tintas que demuestran un cierto anclaje, siendo importante que antes de su empleo, se realicen ensayos de adherencia, para comprobar si ésta es suficiente.

Tintas textiles. Las tintas destinadas a la estampación textil, suelen estar basadas en formulaciones acuosas. Generalmente, las resinas que se utilizan son del tipo acrílico, tanto termo reactivas como catalizables.

Habitualmente, no tienen propiedades autosolventes, pero dado que el disolvente principal es agua, y, ésta, tiene una elevada tensión de vapor, no suelen presentarse demasiados problemas de secado en pantalla.

Caso de presentarse éste problema, debe limpiarse inmediatamente la pantalla, pues ésta podría llegar a quedar irrecuperable.

- Tintas Plastisol: Las tintas Plastisol están fabricadas a base de una dispersión de resina de P.V C. en plastificante. Habitualmente no contienen disolventes y caso de tenerlos, es siempre en una proporción pequeña. Dada su composición, los plastisoles no acarrear nunca problemas de secado en pantalla ya que para que sequen es necesario someterlos a elevadas temperaturas.
- Tintas Sublimables: Las tintas Sublimables tienen una aplicación específica que es la estampación de tejidos fabricados a base de fibras artificiales, principalmente poliéster. También se emplean en otros sectores pero con una incidencia mínima.

Se diferencian de las tintas convencionales en que el color es obtenido, no a base de pigmentos si no de colorantes. Estos colorantes son del tipo disperso, con una resistencia a la sublimación muy baja. Aprovechando esta circunstancia, se emplean para imprimir papel, el cuál sometido posteriormente a temperaturas elevadas (200°C aprox.) y en contacto con el tejido a estampar, desprende el colorante, el cual pasa a teñir el tejido.

Dado que la característica de ser sublimables, viene por el hecho del colorante empleado en su fabricación e independiente de el tipo de resina empleado, estas tintas se pueden fabricar con diversos tipos de polímeros, debiéndonos atener a lo especificado en la ficha técnica del fabricante, en cuanto a su empleo y disolución.

Tintas ultra violeta: con este nombre, se engloba toda una familia de tintas, cada día más numerosa, destinadas a todo tipo de aplicaciones, con la limitación actual de la opacidad.

Estas tintas están compuestas, básicamente, por uno o varios prepolímeros, que hacen las funciones de resina, uno o varios monómeros, que al mismo tiempo que regulan la viscosidad, sirven para modificar las características de la tinta impresa, al pasar a formar parte de ésta, pigmentos, que le confieren el color, fotoiniciadores que al descomponerse hacen reaccionar a los prepolímeros y aditivos.

Como hemos dicho antes, estas tintas suelen contener un 100% de materia sólida, por lo que al no contener elementos volátiles, no plantean problemas de secado en pantalla.

En la manipulación de estas tintas, se ha de extremar la higiene personal, ya que al no ser volátiles, las partes manchadas de la piel se mantienen en estado húmedo, con lo que podrían dar lugar a lesiones.

Impresión de cuatricromía: la impresión de cuatricromía es muy utilizada en serigrafía, sobre todo, para la impresión de posters publicitarios.

Dado que en la impresión serigráfica de posters, se suele exigir una estabilidad a la luz importante, y, generalmente, la descomposición de colores nos viene dada para sistemas de impresión offset, nos obliga a variar ligeramente los tonos de la gama, ya que los tonos del amarillo y del magenta, en la gama Europea de offset, no tienen una estabilidad a la luz adecuada, este cambio de pigmentos nos varía ligeramente la gama, pero sin mayores consecuencias.

Otro caso es cuando la exigencia de estabilidad a la luz es de unas solidez de 7 u 8, en la escala de la lana. En este caso, los pigmentos que nos vemos obligados a emplear, difieren mucho de los de la gama Europea, tanto en tonalidad como en nitidez. Esto debe tenerse en cuenta para advertir al cliente de que, la cuatricromía solicitada, quedará digna, pero con unas tonalidades distintas de la prueba de fotomecánica.

Las tintas suministradas para la impresión de cuatricromías, en su forma de suministro, suelen estar un poco más pigmentadas de lo necesario, ello viene motivado por que el impresor, en un momento determinado, puede necesitar disponer de una gama alta, y si la forma de suministro fuera con la intensidad justa, al impresor le sería imposible subir la intensidad.

Por el contrario, si el impresor necesita una gama más baja de la suministrada, puede rebajar ésta, mezclando la tinta con base extendedora, la cual está compuesta de la misma formulación que las tintas, pero sin pigmento. A la hora de rebajar colores con base extendedora, nunca hemos de ser temerosos, ya que adiciones importantes, del orden de 10~15%, no varían de una forma importante la intensidad del conjunto impreso. Esto es importante,

sobre todo en el caso del amarillo, ya que una impresión con exceso de amarillo, nos desvirtuaría los tonos verdes y rojos del conjunto.

En tintas de secado por evaporación, en la impresión de cuatricomías, podemos ir sufriendo un secado en pantalla excesivo, sobre todo en los extremos y en el caso de trama finas. Para evitar este problema podemos actuar de diversas formas, una de ellas es adicionar a la tinta un retardante, siempre teniendo en cuenta el retraso de secado sobre soporte que comporta.

Otra forma de corregir el problema es reforzar el poder solvente del disolvente empleado en la disolución, con el fin de reforzar las características autosolventes de la tinta, y, por último, existe la posibilidad de adicionar un gel retardante a la tinta.

Ganancia de punto en la impresión de cuatricomias

Como ganancia de punto, en la impresión de cuatricomías, se entiende el aumento de tamaño que sufren los puntos de la cuatricromía, respecto a los originales del fotolito.

Este aumento se produce ya en la insolación de la pantalla, pero a pequeña escala. Ahora bien la ganancia de punto puede magnificarse en el momento de la impresión.

La ganancia de punto, en el momento de la impresión, puede producirse por diversos motivos, uno de ellos puede ser causado por la absorción del soporte, otro motivo, en soportes no absorbentes, es causado por un exceso de presión en el momento de imprimir, este exceso de presión de la raqueta produce, no sólo una ganancia de punto, si no, también, una distorsión del mismo.

Otra causa de la ganancia de punto, y la más habitual, es una viscosidad de la tinta excesivamente baja en el momento de imprimir, esta viscosidad excesivamente baja, puede estar causada por una formulación inadecuada o, lo más habitual, por un exceso de disolución de la tinta.

A veces la disolución de la tinta es necesaria, para regular el secado de la misma, pero para no tener una viscosidad incorrecta, debe tenerse en cuenta que no sólo con disolvente se puede regular el comportamiento de la tinta, sino que podemos emplear también la base extendedora como los geles retardantes, los que nos permiten retrasar el secado de las tintas sin disminuir la viscosidad.

Influencia de la viscosidad en la impresión

En la impresión serigráfica, dada la gran diversidad de soportes y de mallas que se emplean, no existe un estándar definido de viscosidad de utilización, no obstante intentaremos dar unos consejos generales de utilización.

Los fabricantes de tintas, conocedores de esta problemática, habitualmente suministran las tintas a una viscosidad mayor de la de utilización, y es el impresor el que debe ajustar la viscosidad para cada caso.

Como norma general, debemos decir que a mayor paso de malla (menos hilos por centímetro cuadrado), mayor viscosidad de utilización.

Asimismo, cuanto mayor definición de impresión es necesaria, como en la impresión de tramas, mayor viscosidad. Por el contrario, cuanto mayor es la viscosidad de utilización, mayor tendencia a secarse la tinta, sobre todo en los perfiles.

Ello es debido al mayor contenido en sólidos de la tinta, como a un mayor esfuerzo de cizallamiento sufrido por la tinta, en el momento de la impresión.

Para subsanar este contrasentido, de necesitar una elevada viscosidad para lograr una definición de impresión en perfiles, y no padecer problemas de secaje en los mismos, recomendamos rebajar la tinta con gel retardante, en lugar de con disolvente, lo que nos permitirá bajar la viscosidad real, sin variar la viscosidad aparente.

Lo anteriormente expuesto, nos sirve para describir, superficialmente que es tixotropía. De una forma burda, podríamos definir como viscosidad, a la mayor o menor facilidad de fluir que presentan los líquidos, unida a la propia consistencia de los mismos.

Ahora bien, nos podemos encontrar con líquidos que, sin tener apenas consistencia, presentan una dificultad de fluir importante, como ejemplo conocido por todos, podemos citar la nata, la cual sin tener apenas consistencia, es incapaz de fluir. Esta propiedad es la que se conoce con el nombre de tixotropía.

Esta propiedad es muy útil para la formulación de tintas serigráficas, ya que permiten al formulador diseñar tintas con una viscosidad real baja, pero con una tixotropía elevada, lo que permite su utilización en tintas que necesiten de una definición de impresión elevada, pero sin los problemas de secaje que se nos presentarían con una tinta de alta viscosidad.

De ello viene la insistencia, mencionada anteriormente, de la utilización de bases extendedoras o geles, en lugar de disolventes, para disminuir la viscosidad.

Tipos de solventes y su influencia en la calidad de impresión y en el medio ambiente

Vamos a dividir los Disolventes comúnmente empleados en serigrafía en cinco grandes grupos, e intentaremos describirlos.

Estos grupos son: alcoholes, ésteres, éteres, hidrocarburos y acetonas.

Los alcoholes son los menos utilizados en la impresión serigráfica, ello es debido, por un lado, a la gran facilidad de evaporación que presentan los más comunes, y por otro lado, a la tendencia a atacar a algunas emulsiones.

No obstante, el alcohol isopropílico, se puede utilizar como acelerante, en algunas tintas. Los ésteres, debido a su elevado poder solvente, y a la gran disponibilidad de índices de evaporación diferentes, se emplean comúnmente en la formulación de tintas serigráficas.

Dado que existen algunos ésteres con una toxicidad elevada, recomendamos se lean atentamente las fichas de seguridad de las tintas, y se evite la utilización de las que estén formuladas con ellos. (Ejemplos son el acetato de metilglicol y el acetato de etilglicol).

Los éteres son solventes también empleados en serigrafía, presentan un poder solvente algo inferior a sus ésteres equivalentes, y al igual que con éstos, hemos de rechazar las tintas formuladas con algunos de ellos

Los hidrocarburos son muy utilizados en la formulación de tintas de cartelería, tintas grasas y algunas tintas de botellería.

Los podemos subdividir en dos grandes grupos, los hidrocarburos aromáticos y los hidrocarburos alifáticos, los primeros presentan un mayor poder solvente que los segundos, y por ello son más utilizados en la formulación de tintas, en cambio, los segundos, debido a su menor olor y menor

coste, son más empleados como diluyentes. El ejemplo más conocido de hidrocarburo alifático es el *white spirit*.

También, dentro de la familia de los hidrocarburos, se están utilizando últimamente los hidrocarburos isoparafínicos, los cuales, pese a demostrar un poder solvente limitado, presentan las grandes ventajas de ausencia de olor y de una toxicidad, prácticamente, nula.

El grupo de los cetónicos, es muy utilizado en la formulación de tintas vinílicas, sobre todo porque unen, a su elevado poder solvente, la propiedad de poder disolver al P.V C. facilitando el anclaje de las tintas sobre éste.

Los solventes empleados, tanto en la fabricación de las tintas, como en su disolución, tienen una influencia directa en la calidad de impresión. Por una parte porque influyen de una manera muy importante en el secado de las tintas, y por otra parte, porque, en muchos casos, son determinantes en cuanto a la obtención de anclaje y brillo.

Es por ello que nuestra recomendación es que siempre se sigan las instrucciones del fabricante de la tinta, para diluir ésta, evitando emplear los llamados disolventes universales, diseñados para el mundo de las pinturas.

Caso de querer proveerse de una fuente diferente del fabricante de tintas, es mejor consultarle a éste qué tipos son los más adecuados, o, como mínimo, consultar la ficha de seguridad de la tinta, para ver con qué disolventes está formulada. En cuanto a la influencia de los solventes en el medio ambiente y en los manipuladores, hoy día disponemos de una fuente de información valiosísima, que son las fichas de seguridad de productos, tanto de tintas como de disolventes, estas fichas es obligatorio facilitarlas a los utilizadores, y contienen toda la información necesaria para evitar riesgos al utilizador y, al mismo tiempo, evitar dañar al medio ambiente.

Resistencia al exterior de las tintas

Una vez expuestas una serie de cuestiones relativas a las tintas, en forma de tinta, vamos a pasar a tratar aspectos de la tinta impresa y seca sobre el soporte. La resistencia al exterior de las tintas, viene determinada por el tipo de resina empleada en la formulación y los tipos de pigmentos presentes en la misma. En el caso de necesitar una cierta resistencia a los agentes atmosféricos de una tinta, ésta debe estar formulada para ello.

Los principales agentes que pueden dañar una impresión son el agua , la polución (ozono, vapores nitrosos o sulfurosos, etc.) y, sobre todo la radiación ultravioleta del sol.

Toda tinta que deba resistir al exterior debe estar formulada para ello, y no debemos dudar en consultar al fabricante si los polímeros con que está formulada resisten al exterior, sin caer en la creencia típica de , por ejemplo, si una tinta es de dos componentes resistirá, ya que, en este ejemplo, nos podríamos encontrar con problemas de caleo, si se trata de una tinta epoxi, o de amarilleamiento si se trata de un poliuretano reticulado con un isocianato aromático.

En cuanto a los pigmentos, que es el problema más habitual, presentado por la decoloración de la tinta por la acción de la luz ultravioleta, debemos elegir los más adecuados para cada trabajo.

La solidez a la luz de los pigmentos, viene definida por una escala valorada de 1 a 8, donde el valor 1 es el mínimo y el valor 8 es el máxima resistencia.

Siempre, antes de iniciar un trabajo, deberíamos conocer la solidez a la luz de la tinta empleada, y qué nivel de resistencia debe tener ese trabajo.

Lo sencillo sería formular las tintas con pigmento de solidez 8, pero esto tiene el inconveniente de la limitación de pigmentos con esta solidez, la nitidez de los mismos a mayor solidez, mayor suciedad de matiz y el elevado coste de muchos de ellos.

También existe la creencia que a mayor capa, mayor solidez a la luz. Ésto es cierto, si imprimimos una mayor capa del mismo pigmento, pero una mayor capa de un pigmento de solidez 6, siempre resistirá menos que una capa menor de un pigmento de solidez 8.

Para trabajos de cartelería exterior, se suelen emplear pigmentos de solidez 6 o superior, ya que solideces inferiores, podrían hacer que los trabajos se deterioraran a corto plazo, siempre dependiendo de la orientación a que esté el cartel.

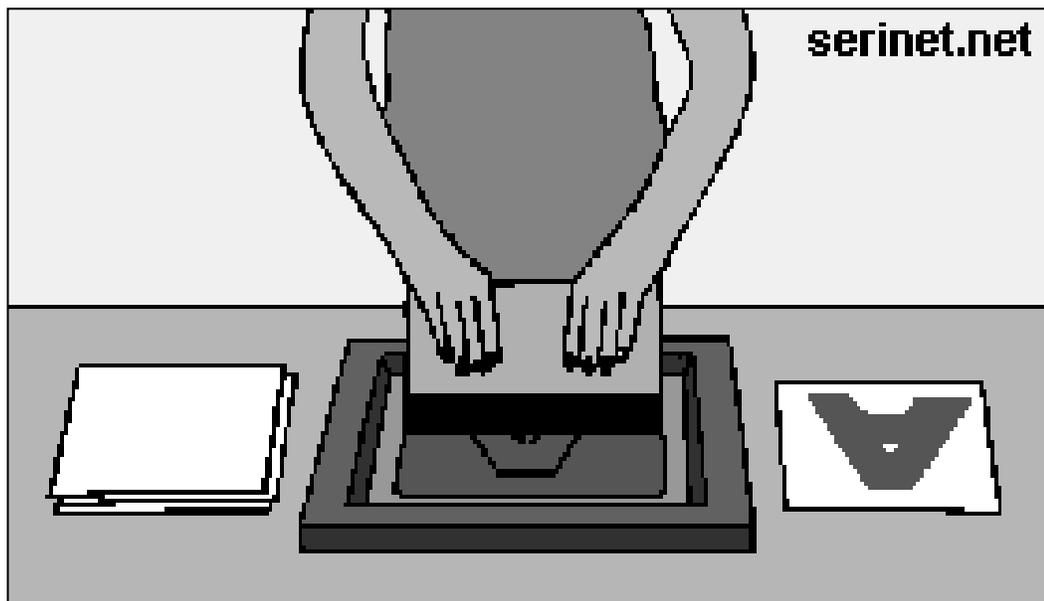
A veces, nos encontramos con la necesidad de imprimir con pigmentos sin una solidez adecuada, como es el caso de los colores fluorescentes. Para dar una mayor resistencia a los carteles impresos con estos pigmentos, podemos actuar de la siguiente forma: Por un lado, depositaremos el mayor grosor de capa posible, para retardar al máximo el deterioro del color, y, por otro lado, sobre barnizaremos el impreso con un barniz formulando con un filtro de rayos ultravioleta. Estas dos actuaciones nos harán mejorar la solidez a la luz de los impresos.

1.4.1 Serigrafía manual

Siendo este un proceso meramente artesanal, en este tipo de proceso no se puede trabajar serigrafía de calidad fotográfica únicamente colores planos. Es necesario para su proceso, contar con una mesa plana y los marcos para impresión fijados a esta. La tinta, que posee cierta densidad, es arrastrada

y presionada por una espátula de goma llamada racleta, atravesando la malla y depositándose sobre el soporte. Ver la figura siguiente:

Figura 3. Esquema de serigrafía manual



Fuente: Serinet.net

Cada sustrato se coloca bajo el marco de impresión, se imprime y se retira para su secado si se trata de una lámina de papel, plástico o metal. Si se trata de una tela permanece en el mismo lugar para la aplicación del siguiente color sobre el anterior, en este caso son los marcos para impresión los que se deben intercambiar, esto debido al adhesivo que se le aplica a la tela para que esta no se mueva de la tabla de impresión.

1.4.2 Serigrafía automatizada

La serigrafía es un sistema de impresión con campos que alcanzan desde los ámbitos de alta sofisticación hasta los más primitivos. Es un proceso que combina la aplicación comercial especializada y la creatividad artesanal.

La serigrafía moderna es automatizada hasta con prensas rotativas de alta productividad, con hornos que secan la tinta en segundos. De la mano de la automatización de los equipos se mejoraron los estándares de calidad de impresión, tintas especializadas para cada tipo de sustrato y aplicación, y equipos mas precisos para detectar problemas como variación de color, anclaje de tintas, curados de tintas, elaboración de marcos para impresión, etc. Siendo así de esta manera los clientes en la actualidad reciben productos que previamente pasaron por controles y calibraciones que garantizan la calidad y desempeño del producto serigrafiado que adquirieron.

1.5 Tipos de productos que se producen

Los productos que se producen en el proceso serigráfico son artículos que generalmente van dirigidos para apoyar campañas del tipo publicitarias, como artículos promocionales dando a conocer una marca, producto, personas, eventos, etc.

1.5.1 Playeras

Generalmente las playeras se imprimen con el nombre de la empresa o marca del producto con el que se espera que el cliente se coloque y utilice durante el tiempo que la playera le dure. Normalmente dependientes de las tiendas, supermercados, ferreterías son los que visten playeras que sus proveedores les proporcionan. Marcas muy importantes patrocinan equipo club deportivos para que su marca se vea durante los encuentros deportivos aprovechando el espacio de televisión en el cual son difundidos.

1.5.2 Afiches

Son artículos que es muy común encontrar en tiendas de barrio, abarroterías y supermercados, el objetivo es promocionar alguna oferta de la marca impresa o simplemente que la marca tenga presencia en el punto de venta. En este tipo de producto juega mucho el papel del diseño que elabora la agencia de publicidad para que este sea llamativo y atraiga la vista del cliente objetivo, esto derivado de que el espacio en este tipo de negocios es muy saturado.

1.5.3 Calcomanías

Las hay desde promocionales 6 meses máximo de duración como puede ser una calcomanía para defensa de automóviles (*bumper sticker*), de media duración que dure hasta un máximo de 3 años una calcomanía para refrigerador y de larga duración 10 años como lo son calcomanías para decoración de flotas de vehículos comerciales de distribución de producto.

1.5.4 Mantas

En la situación actual del mercado este es un producto que ya no se produce en serigrafía ya que este un tipo de producto que se ha personalizado para tirajes cortos donde la serigrafía no es rentable y donde le da la entrada del proceso de impresión digital. Adicional en tiempo de reacción de un tiraje de mantas en impresión digital es mucho más versátil en cuanto a el proceso de aprobación de tonalidades de color e imagen e inicio de la corrida de

producción, adicional de no existir muchas variantes que controlar dentro el proceso de producción.

1.6 Descripción del mercado

Como se ha expuesto en este capítulo, la aplicación de procesos serigráficos tiene un amplio uso, en casi cualquier actividad que se pueda mencionar, sin embargo en el área comercial es donde mayor penetración de mercado se tiene esto comprende desde área de artículos promocionales, de mercadeo, identificación de productos, marcas, publicitarios, etc.

En términos generales la industria serigráfica provee su servicio para la fabricación de productos de su género, para sectores tan diversos como el comercial, industrial, educativo, gubernamental, entre otros.

A continuación son detalladas las áreas de aplicación de la serigrafía:

- Artística para la producción numerada y firmada en cortos tirajes, de obras originales en papeles de calidad.
- Artesanal en la decoración de cerámicas, o en la impresión y posterior grabado al ácido.
- De metales para objetos decorativos
- Educativa; como actividad manual en la cual es posible observar y modificar directamente los resultados impresos, utilizando un equipamiento simple.
- Industrial; en la marcación de piezas, envases y placas de metal, plástico, madera o cerámica.

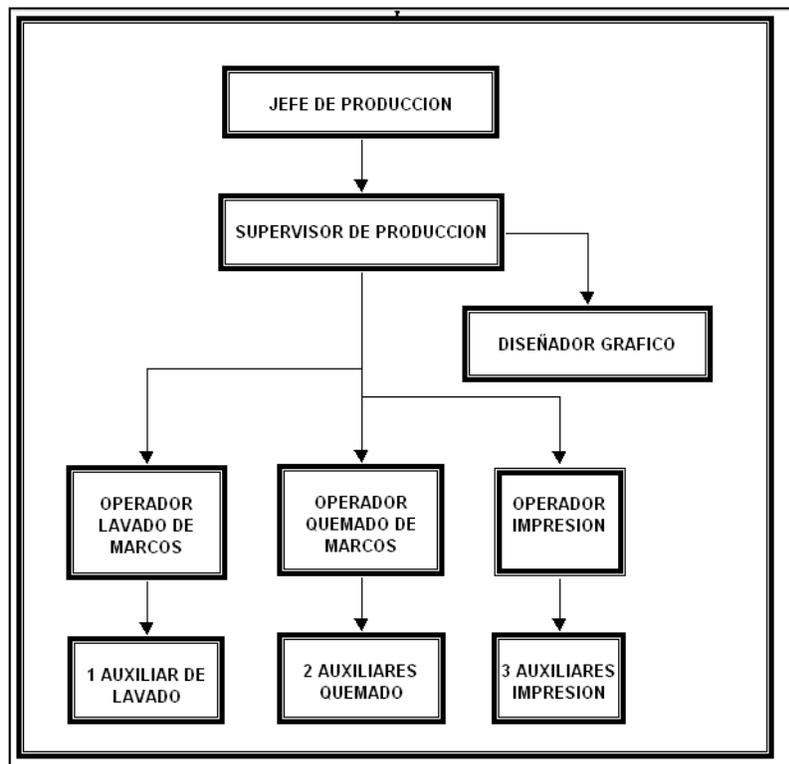
- Electrónica en la impresión y posterior grabado de placas para circuitos impresos, y en la impresión de paneles de aparatos electrónicos
- Publicitaria; en la personalización con una imagen de marca de elementos de uso común jarros, ceniceros, encendedores, llaveros. etc. o en la impresión de soportes de vía pública letreros y paneles o de punto de venta exhibidores, autoadhesivos, afiches. etc.
- Textil; en la decoración y estampado de telas ya sea en piezas, camisetas, toallas o por metraje cortinas.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

2.1 Coordinación de actividades

El área de producción se organiza de manera funcional y estructurada como se muestra a continuación en el organigrama:

Figura 4. Organigrama departamento de producción



Fuente: Erick Roberto López Hernández

Las actividades correspondientes a los distintos puestos, del organigrama anterior, se distribuyen de la siguiente manera:

- Jefe de producción: responsable de ejecutar el proceso administrativo (planificar, organizar, dirigir, verificar).
- Supervisor de producción: responsable de recibir la planificación, supervisar la calidad de cada etapa del proceso, asignar las tareas, elaborar salidas de almacén de materias primas, de los insumos a ocupar en el proceso.
- Diseñador gráfico: responsable de revisar el arte que el cliente solicita sea impreso. Convertir el archivo para ser enviado a la fotomecánica, que es la encargada de elaborar las películas positivas que servirán en el quemado de marcos.
- Operador de lavado de marcos: responsable de recuperar las sedas de los marcos de impresión utilizando para ello los diferentes químicos necesarios en esta etapa.
- Operador de quemado de marcos: responsable de revisar y quemar la película positiva en la seda de los marcos para impresión.
- Operador de impresión: responsable de ejecutar el proceso de impresión, controlar la calidad en los tirajes, el curado de las tintas y variables del proceso.
- Auxiliares de lavado, quemado e impresión: responsables de realizar todas aquellas tareas que les sean asignadas por los operadores y el empaque del producto final.

2.2 Áreas de trabajo

A continuación se describen las áreas de trabajo del proceso de impresión serigráfica de las instalaciones de la empresa evaluada:

2.2.1 Verificación de positivos

Esta área se utiliza específicamente para revisar la conformidad de las películas positivas con establecido en los requerimientos del cliente, básicamente se cuenta con el siguiente equipo y herramientas de trabajo:

Visor: mesa de metal de 1.50mx 1.50m que cuenta en su superficie con una plancha de acrílico de 3mm blanco lechoso y vidrio transparente, caja de luz con dos lámparas fluorescentes de 48”.

Cuanta Hilos: herramienta que tiene una similitud a una lupa, tiene el cometido de ampliar la visión de los puntos del positivo para verificar su estado.

2.2.2 Lavado de marcos

Esta es un área cerrada el cual su cometido principal es recuperar las pantallas y revelar los marcos de impresión, esta habitación cuenta con las siguientes características para su operación y herramienta:

Dimensiones: 5.00m x 5.00m provisto de un sistema de drenaje, sistema de extracción de aire, conexiones de agua con presión de 80ps

Hidrolavadora: dada las características de presión de agua que se necesitan para poder recuperar una pantalla en el proceso de lavado se hace necesario incrementarla con este tipo de máquina.

2.2.3 Tensado de seda para marcos

Esta es un área cerrada que cuenta con las siguientes características y herramientas para el desarrollo de las actividades:

Dimensiones: 6.00m x 5.00m

Herramientas: 8 bancos de madera para sostener los marcos, torquímetros y Tensiómetro.

2.2.4 Quemado de marcos

Esta es un área cerrada que cuenta con las siguientes características y herramientas para el desarrollo de las actividades:

Dimensiones: 6.00 x 5.00m, cuenta con lámparas de luz fluorescentes con protectores color rojo, maquina insoladora, estantería de almacenamiento de películas positivas.

En este cuarto la seguridad del manejo de la luz es lo más importante debido a que en este se maneja la emulsión fotosensible la cual si es expuesta a cual tipo de luz que no este especificada dentro de los parámetros de seguridad se arruina lo cual conlleva en un costo en la producción porque se debe contabilizar directamente al gasto del departamento.

2.2.5 Impresión

Esta es un área cerrada que cuenta con las siguientes características y herramientas para el desarrollo de las actividades:

Dimensiones: 6.00m x 18.00m, en el se ubica la impresora tipo carrusel.

Herramientas: Marcos de serigrafía, galgas para calibrar altura de carro de impresión, llave de trinquete (*Wrench*), desarmadores de castigadera, espátula para tinta, mascarillas con filtro para vapores solventes, guantes de nitrilo, banda transportadora, horno secador de tintas, carretas con ruedas para movilizar el material de impresión.

2.2.6 Secado

Esta es un área cerrada que cuenta con las siguientes características y herramientas para el desarrollo de las actividades:

Dimensiones: 6.00m x3.00m cuenta con estantería para estibar el producto de la impresión, previo a ser doblado y empacado.

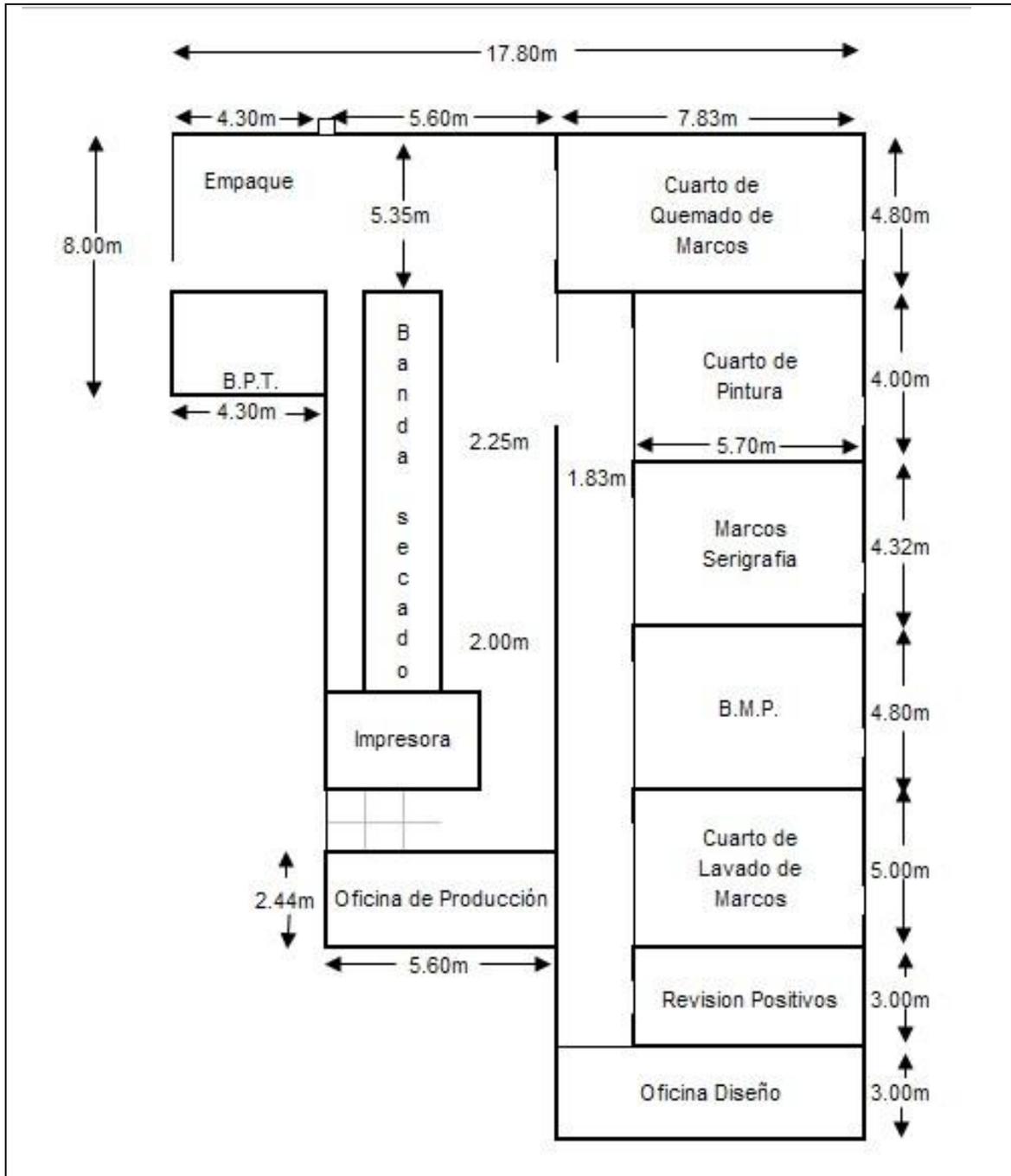
2.2.7 Producto terminado

Esta es un área cerrada que cuenta con las siguientes características y herramientas para el desarrollo de las actividades:

Dimensiones: Área delimitada en el piso por una línea amarilla de 2.00m x2.00m donde después de haber sido empacado es colocado en una tarima, para luego ser trasladado a la bodega de producto terminado.

A continuación se presenta una figura donde se observa la distribución de las áreas del proceso de producción.

Figura 5. Distribución de área del departamento de producción



Fuente: Erick Roberto López Hernández

2.3 Jornadas laborales

El artículo 116 del código de trabajo indica que la jornada de trabajo efectivo diurna, no puede ser mayor de 8 horas diarias, ni exceder de un total de 48 horas a la semana.

Tiempo de trabajo efectivo es aquel, en que el trabajador permanezca a las órdenes del patrono. Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las 6 y 18 horas de un mismo día. Trabajo nocturno es el que se ejecuta, entre las 18 horas de un día y las 6 horas del día siguiente.

Siguiendo el comportamiento de la demanda de producto el jefe de producción planifica los turnos de 12 horas partiendo el día de 24 horas en dos jornadas que a continuación se describen:

2.3.1 Diurna

Jornada que inicia a las 06:00hrs y finaliza a las 18:00hrs de lunes a viernes.

La labor diurna normal semanal será de 44 horas de trabajo efectivo, equivalente 48 horas para los efectos exclusivos del pago de salario. Se exceptúan de esta disposición los trabajadores agrícolas y ganaderos y los de las empresas donde labore un número menor de 10, cuya labor diurna normal semanal, será de 48 horas de trabajo efectivo, salvo costumbre más favorable al trabajador. Pero esta excepción no debe extenderse a las empresas agrícolas donde trabajen 500 o más trabajadores.

2.3.2 Nocturna

Jornada que inicia a las 18:00hrs y finaliza a las 06:00hrs de lunes a viernes.

La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturna no puede ser mayor de 6 horas diarias, ni exceder de un total de 36 horas a la semana.

2.4 Tipo de proceso

El proceso tiene la característica que cada una de sus operaciones deben de ser concluidas antes de continuar con la subsiguiente, de tal manera que se define que el proceso es en línea.

2.5 Descripción del equipo principal

La empresa actualmente cuenta con equipo para el proceso de impresión el cual se describe a continuación:

2.5.1 Marcos para impresión

Estos son fabricados en la empresa en párales de madera tratada de 2"x2" y en tubo cuadrado de aluminio de 2"x2", los hay en tamaños de 20"x40", 40"x40", se cuenta con 2 juegos de cada tamaño(5 marcos un juego).

2.5.2 Máquina de quemado de marcos

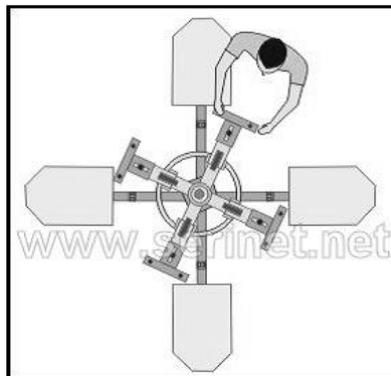
Máquina insoladora, Actualmente se utiliza una lámpara de copiado la cual debe de tener la máxima capacidad de rayos en el espectro entre aprox. 360 a 420 milimicrones (luz ultravioleta, violeta hasta azul).

2.5.3 Máquina de impresión

EL pulpo, rotativa o calesita es un aparato concebido especialmente para estampar prendas armadas o confeccionados, garantizando rapidez y un buen calce de los colores. Se utiliza tanto para la impresión de telas blancas como prendas oscuras, aunque estas últimas necesitan de un dispositivo de secado intermedio llamada presecadora flash.

Pulpo de 4 brazos y 4 paletas:

Figura 6. Máquina tipo carrusel



Fuente: serinet.net

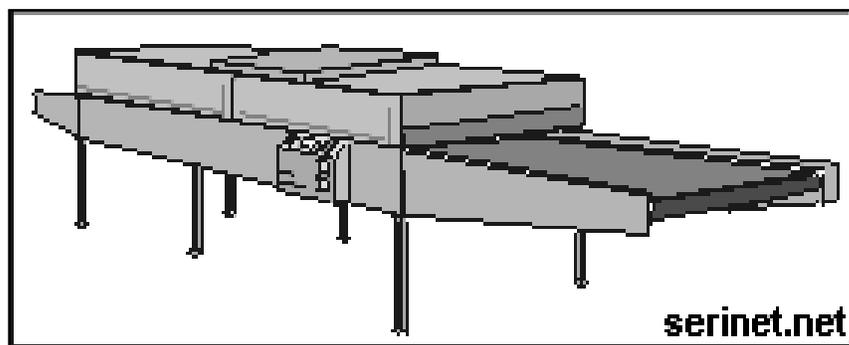
Este comprende una rueda giratoria con 4 brazos y otra rueda giratoria independiente con 4 paletas. Este pulpo con 4 paletas giratorias, logra mayor producción, pues permite estar imprimiendo en una paleta, mientras en otra se da el presecado y en las otras 2 se enfría la tinta impresa.

2.5.4 Lámpara UV para el secado de tintas

Con tintas plastisol y tintas acrílicas a partir de agua

Los hornos de fijado es básicamente un horno con una banda ancha transportadora para el paso de material a través de él. El horno en cuanto a capacidad de fijado debe cubrir la capacidad de producción en estampado.

Figura 7. Banda transportadora y horno de secado.



Fuente: Serinet.net

2.6 Descripción del equipo auxiliar

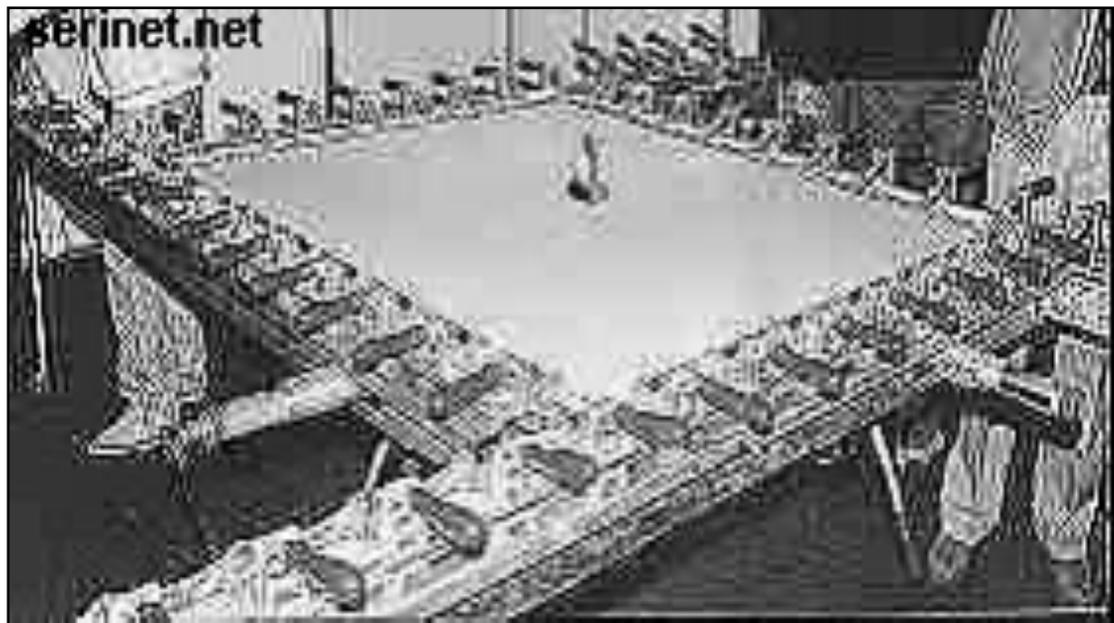
2.6.1 Equipo para tensar seda de marcos

En el tensado mecánico, la malla es tomada por mordazas en todo su perímetro y la tensión se obtiene al girar manualmente unas manivelas conectadas a cada mordaza, el giro de las manivelas va estirando la tela hacia el exterior.

Este procedimiento es más lento que el tensado neumático pues cada manivela debe ajustarse o tensarse manualmente.

Este método puede provocar un desgarramiento de la malla si alguna mordaza tomó la tela más adelante que las mordazas vecinas, o si una mordaza tiene una tensión excesiva.

Figura 8. Equipo para tensado de marcos



Fuente: Serinet.net

2.6.2 Equipo para calibrar tensado de marcos

Tensiómetro para medir tensión. Es un aparato mecánico de presión para medir con exactitud la tensión de la malla serigráfica. Se le conoce también como Tensiómetro y newtómetro. Bajo él dispone de una pequeña varilla vertical que ejerce presión sobre la tela, la presión de la tela sobre la varilla marca el grado de tensión de esa área específica.

La medición se efectúa localizándolo en diferentes puntos de la pantalla y los niveles de tensión se expresan en Newton por cm.

El Tensiómetro se debe calibrar o ajustar para cada tipo de malla según su numeración, calidad y el material de que está fabricada.

Tensiómetro para mallas de serigrafía, el medidor debe contar con la capacidad de lectura hasta por lo menos los 40 N/cm.

Figura 9. Tensiómetro



Fuente: Serinet.net

3. ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL DE SERIGRAFÍA

3.1 Descripción del proceso de serigrafía

3.1.1 Verificación de positivos

El supervisor de producción y el diseñador gráfico revisan en el visor de revisión (mesa iluminada), con el cuentahilos y un medidor de lineaje, que los puntos de la película positiva posean la angulación solicitada y el lineaje al cual será impreso el trabajo (20min).

Los ángulos que se solicitan actualmente en la empresa estudiada son:

- Cyan 82grados
- Magenta 22.5grados
- Amarillo 97grados
- Negro 52.5grados

Existe otra opción:

- Cyan 82.5grados
- Magenta 22.5grados
- Amarillo 97.5grados
- Negro 52.5grados

El lineaje que se utiliza actualmente es de 52 a 56 líneas por centímetro. El proveedor de positivos debe entregar la guía de color (que se conoce como *color key*) para que esta sirva de referencia del porcentaje de tinta que se utilizara de cada color y evaluar cual será el color que será mas difícil de reproducir en las pantallas y el resultado de la impresión.

En la película los colores opacos a la luz ultravioleta producen áreas abiertas en la matriz, mientras que las áreas transparentes producen áreas cerradas al atravesar por ahí la luz y endurecer la foto emulsión

Los requisitos de una película para serigrafía son:

- La lámina debe presentar máxima transparencia y limpieza.
- La lámina no debe arrugarse ni variar dimensionalmente ante cambios de temperatura y humedad.
- El motivo o dibujo debe ser bien definido y completamente opaco a la luz ultravioleta, pudiendo ser de colores negro opaco, rojo transparente o naranja transparente.
- La imagen no debe tener líneas o tramas demasiado finas que no alcancen a definirse en la matriz o que puedan taparse durante la impresión, ver películas tramadas
- Se requiere de una película por cada color de impresión

Figura 10. Película de color para aplicación de color negro



Fuente: Serinet.net

De encontrarse las películas positivas con las condiciones solicitadas a la fotomecánica se continúa con el proceso y se envían al cuarto de quemado de marcos (35m).

3.1.2 Lavado de marcos

La seda utilizada en el proceso de impresión tiene la característica de ser reutilizable en varios procesos, siempre y cuando el trato que se le de sea el adecuado. Cuando el marco de impresión se requiere sea utilizado en otra imagen, se procede a la etapa de lavado de marcos, la cual tiene la siguiente secuencia.

- Eliminar residuos de tinta: utilizando fibras (wipe) y químico limpieza pantallas solvente 3 (20 min.).
- Eliminar emulsión: se aplica químico removedor de emulsión a la seda aplicando masaje (10 min.) y debe reposar (10 min.), y se le aplica agua a presión con hidrolavadora hasta que el marco este libre de emulsión.

- Eliminar velos o imagen fantasma: aplicar químico removedor de velos aplicando masaje a la seda (15 min.) y dejar reposar (30 min.). Aplicar agua a presión con hidrolavadora.
- Desengrasado: aplicar con un masaje a la seda (5 min.) y dejar reposar (5 min.), luego se remueve aplicando agua a presión.

3.1.3 Tensado de seda para marcos

Los auxiliares utilizan el método de tensado mecánico el cual permite que la malla quede tensada simultáneamente sobre el marco, lo que facilita que la adherencia al marco se realice por medio de adhesivos de secado rápido y resistente a solventes.

Este paso se lleva a cabo si en la inspección previa al lavado y después del lavado el supervisor determina que la seda ya no es reutilizable.

3.1.4 Quemado de marcos

El operador de quemado de marcos aplica la emulsion liquida sobre la seda(10min) luego se deja secar de forma horizontal(45 min).

Se coloca la pelicula positiva en el vidrio de la insoladora(2 min), se ingresa el marco a la insoladora(1 min), se aplica el vacio a la máquina insoladora (1 min), se quema el marco(3 min), se traslada el marco al area de lavado para ser revelado(2 min, 15metros), aplicandole agua a baja presion se revela el marco al mismo tiempo el operador verifica que el marco vaya quedando debidamente destapado (10 min), se coloca el marco en el visor de luz para verificar si esta debidamente destapado (5 min), se deja secando el

marco (1440 min), luego se traslada al area de impresión(2 min, 10m). Este proceso se repite para los cuatro marcos del proceso, si se imprime en tela negra se utiliza un quinto marco.

3.1.5 Impresión

Actualmente se utiliza un pulpo, este tiene 3 movimientos básicos:

- Giro del carrusel de prensas
- Descenso y levantamiento de cada matriz
- Giro del carrusel de paletas

Se coloca el marco en la máquina (10 min.).

El calce, entre la prensa y la paleta, se obtiene por el registro de una pieza metálica en dos rodamientos (20 min.).

El registro y calce de los colores se debe realizar ajustando los pernos de los brazos o utilizando un dispositivo especial de ajuste llamado micro registro (1min).

3.1.6 Secado

Se pasan las telas con la banda transportadora por el horno con la temperatura necesaria, cercana a 280° C, se obtiene por calor de lámparas infrarrojas (1.5min, 5m).

3.1.7 Empaque y acabados

Se verifica que la pieza vaya bien seca, bien registrada y se dobla(5 min), las piezas dobladas se van colocando de 5 en 5 en bolsas nylon y se sellan con tape (5 min). Finalmente el producto terminado se entrega a la bodega de producto terminado.

3.2 Diagramas de producción actuales

A continuación se muestran de forma grafica los diagramas de flujo, diagrama de distribución y diagrama de recorrido actuales de la planta de serigrafía:

3.2.1 Diagrama de flujo de operaciones actual

De la descripción anterior se deriva la secuencia grafica del diagrama:

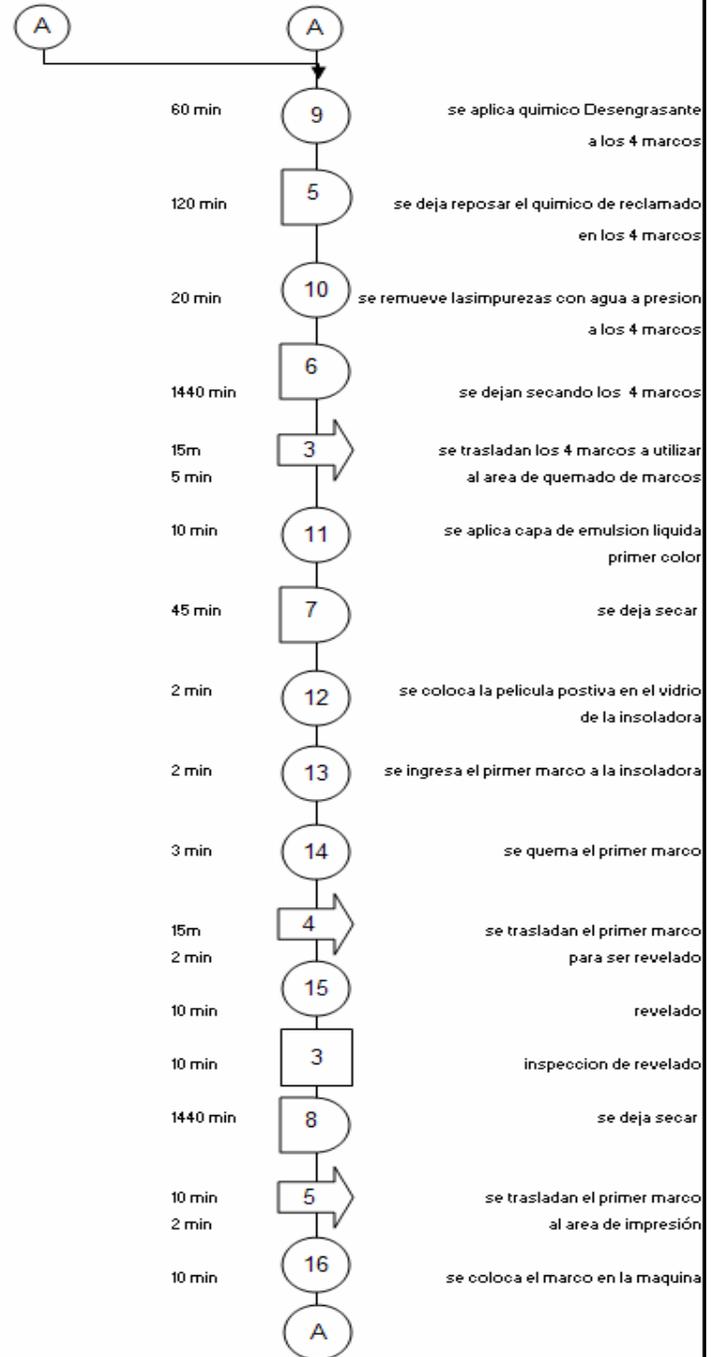
Figura 11. Flujo de operaciones serigrafía.



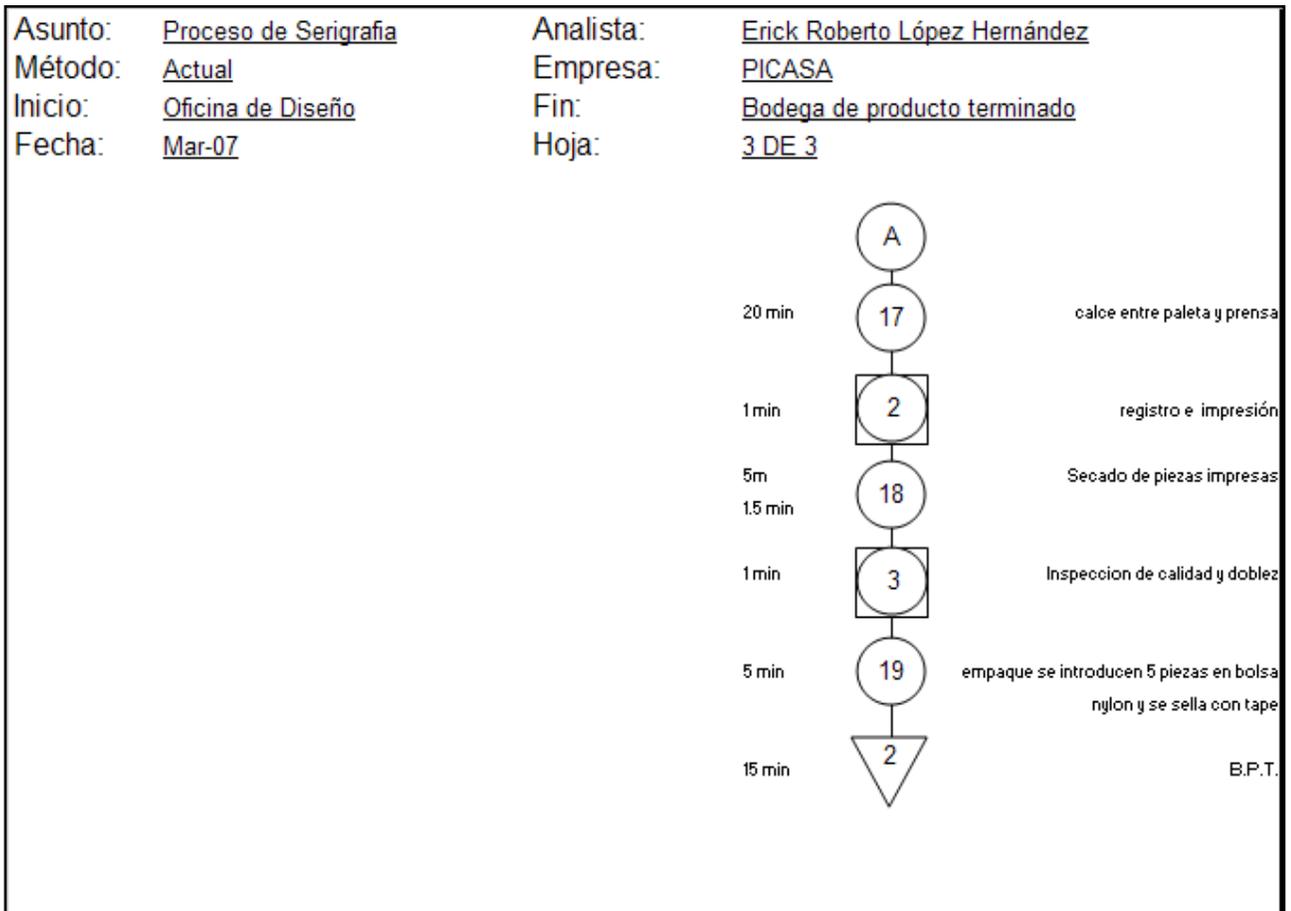
Fuente: Erick Roberto López Hernández

Asunto: Proceso de Serigrafía
 Método: Actual
 Inicio: Oficina de Diseño
 Fecha: Mar-07

Analista: Erick Roberto López Hernández
 Empresa: PICASA
 Fin: Bodega de producto terminado
 Hoja: 2 DE 3



Fuente: Erick Roberto López Hernández



Fuente: Erick Roberto López Hernández

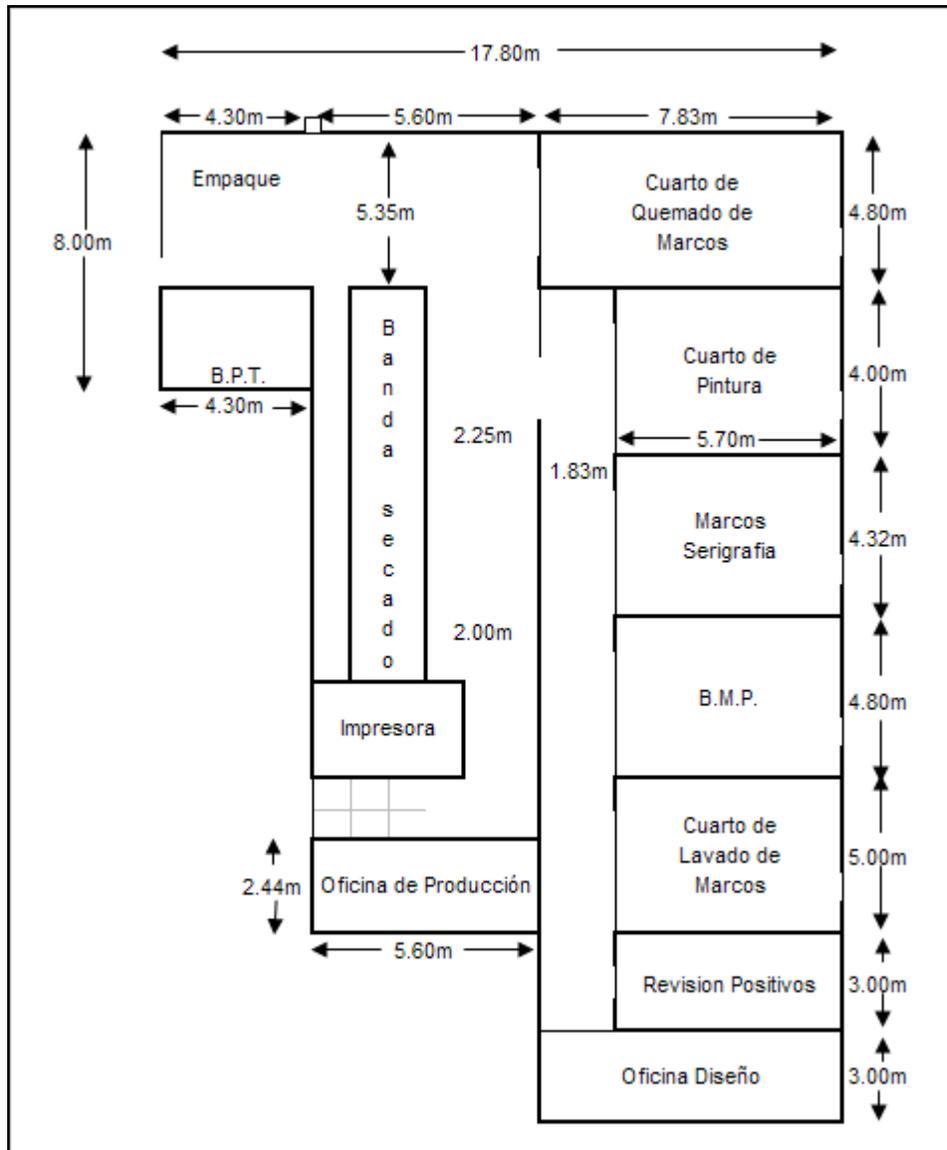
Figura 12. Resumen diagrama de flujo actual

RESUMEN DIAGRAMA DE FLUJO				
	NOMBRE	TIEMPO (min)	DISTANCIA EN METROS	No. OP
○	OPERACIÓN	358.5	5	19
□	INSPECCIÓN	50	*	3
◻	COMBINADA	23	*	3
→	TRANSPORTE	32	90	5
D	DEMORA	4765	*	8
▽	ALMACENAJE	30	*	2
TOTAL		5258.5	95	40

Fuente: Erick Roberto López Hernández

3.2.2 Diagrama de distribución de la planta actual

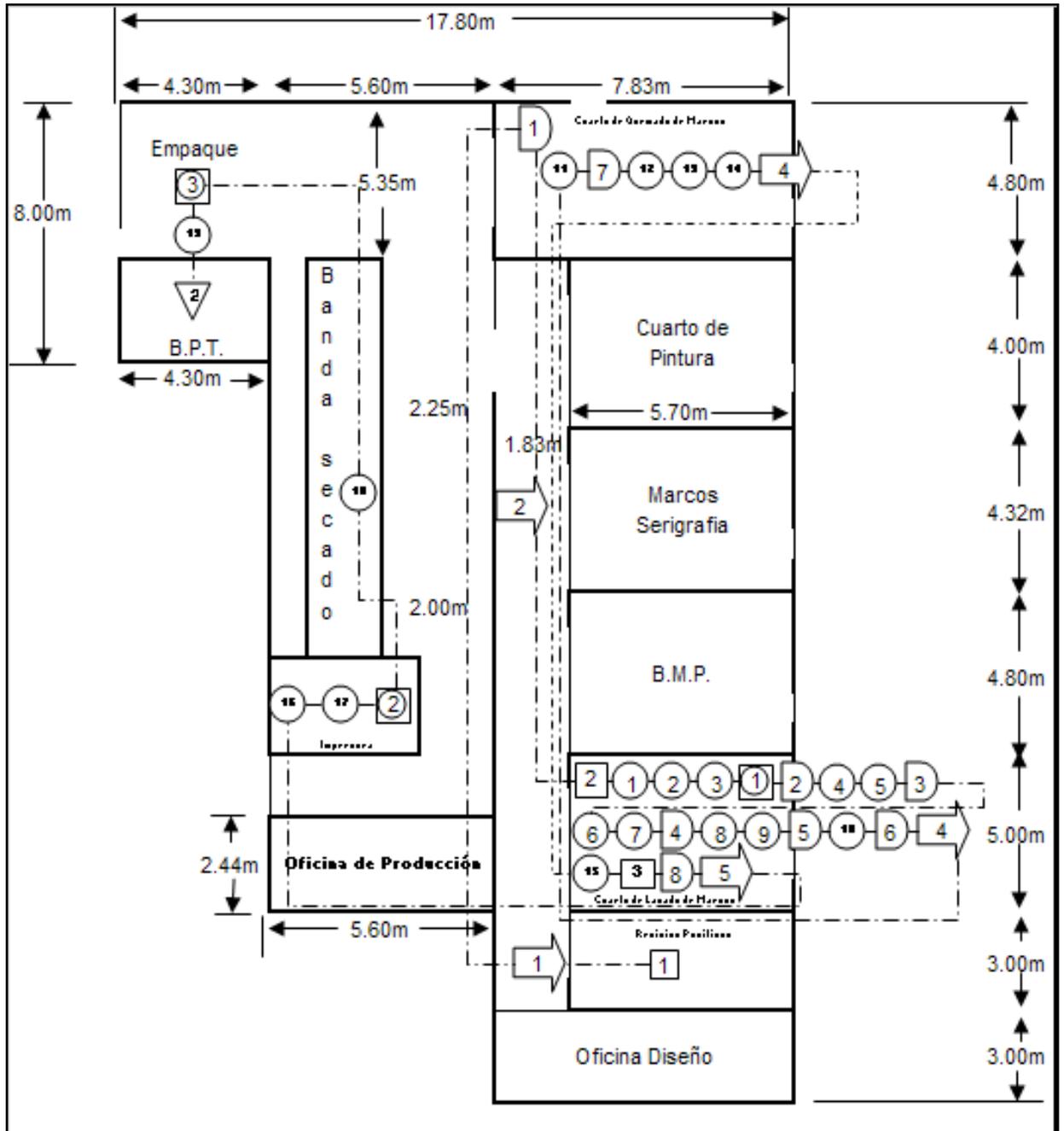
Figura 13. Distribución Actual de la planta



Fuente: Erick Roberto López Hernández

3.2.3 Diagrama de recorrido actual

Figura 14. Diagrama de recorrido actual



Fuente: Erick Roberto López Hernández

3.3 Análisis de diagramas actuales

3.3.1 Análisis de las operaciones

Actualmente se están efectuando 40 operaciones todas muy importantes en el desempeño del proceso sin embargo la inadecuada distribución de la planta hace que los traslados de una operación a otra hagan mas lento el proceso.

Con lo cual se genera un incremento de tiempo en dichas operaciones que al considerarse de forma agregada ralentizan el mismo, esto a su vez impacta en la eficiencia del sistema, incrementando el tiempo medio por unidad, lo cual reduce la capacidad de producción vista como tasa de producción en cualquier periodo de tiempo determinado y en escala macro se disminuye la productividad de la organización.

Ante lo cual la oportunidad de obtener mejoras es justificable e ineludible, en términos monetarios se requiere aumentar la rentabilidad. A continuación se desglosa un análisis de dichas operaciones

Verificación de positivos

Esta verificación impacta en el resultado final del producto serigrafiado, de no existir el rechazo de las películas positivas en mal estado el resultado de la impresión será muy diferente al esperado en el arte que el cliente envió. Se manifiesta la carencia de un registro de chequeo para llevar a cabo esta revisión.

Lavado de marcos

Las operaciones del lavado de marcos son críticas a la hora de pretender quemar la película positiva en la seda. La falta de cumplimiento de las operaciones de forma adecuada conlleva a desperdicio de recurso (químicos de reclamado y seda), se detecto la carencia de un registro que permita al operador llevar el control del cumplimiento de estas operaciones.

Tensado de seda para marcos

Los marcos que no reúnen las condiciones de tensión frecuentemente son lavados primero y después se verifica su tensión, lo cual genera desperdicio recurso (químicos de reclamado). Se detecto que no existe un dispositivo o registro que le indique al operador que debe verificar la tensión antes de lavarlo y no desperdiciar el recurso humano y de materia prima.

Quemado de marcos

El quemado de marcos es sin duda una de las operaciones mas delicadas del proceso, por la naturaleza del mismo, requiere de que el operador conozca con gran destreza el calculo de los tiempos de exposición dependiendo tambien del tipo de imagen que se va imprimir.

Las imágenes del tipo cuatricomía son las más difíciles ya que lo que se pretende obtener con este tipo de aplicación son inclusive fotografías. Las escalas de degradado, los detalles de rostros, el registro propiamente de la imagen de medios tonos son un gran reto en el quemado de marcos.

Las imágenes del tipo colores sólidos, son muy fáciles de reproducir y quemar, normalmente inclusive para que el marco pueda durar toda la corrida de producción se puede llegar a exponer hasta el doble de tiempo más que un marco para cuatricomía.

En términos generales, las operaciones de quemado de marcos se llevan a cabo de forma correcta, el personal se esfuerza por cumplir cada paso del proceso ya que fallar les puede representar todo un día de trabajo perdido.

Impresión

Una de las causas más frecuentes de no conformidades de los clientes es la variación de tono de color y el fuera de calce de las playeras, esto por falta muchas veces de que no existe una muestra impresa aprobada por el cliente con un máximo, estándar y mínimo.

Secado

Se requiere de que el operador este que recibe la piezas verifique el secado, normalmente se nota que no se ajustan las velocidades de la banda para que la tinta cure adecuadamente.

Empaque y acabados

Los operadores al igual que en impresión deben poseer las muestras de control para seleccionar y establecer criterios de rechazo para minimizar el riesgo de enviar producto no conforme a los clientes, actualmente se carece de este dispositivo, adicional en otros problemas que se dan es el faltante por lo cual se sugiere pesar los paquetes y rotularlos de tal manera que sea fácil detectar los faltantes.

3.3.2 Análisis de la distribución actual de la planta

Actualmente se detectaron múltiples fallos en la distribución de la planta, esto debido a que no se planificó adecuadamente en los inicios de la empresa, la forma en que esta podría llegar a afectar el flujo de las operaciones en las cuales repercuten directamente en el recorrido. Esto se debió probablemente al crecimiento de las operaciones en épocas recientes, sin embargo su impacto en la funcionalidad del proceso es acumulativo.

3.3.3 Análisis del diagrama de recorrido actual

Actualmente el recorrido por en algunas etapas se torna congestionado y se generan desplazamientos demasiado grandes entre actividades críticas, como por ejemplo cuando se requiere trasladar un marco para el quemado de marcos esto implica parar todas las operaciones debido a que se debe apagar la luz para que no se velen los marcos, de tal manera que afecta directamente en costos de tiempo de muerto de máquina, instalaciones y mano de obra.

Debido a la distribución con la que cuenta la planta el recorrido actual para poder sacar la primera playera es de 95 metros en un tiempo de 5285.5 minutos. Lo que puede mejorarse a través de una reestructuración del recorrido y una implementación de las mejoras operacionales que se discuten en el siguiente capítulo.

4. MÉTODO PROPUESTO PARA LA IMPRESIÓN SERIGRÁFICA

4.1 Diagramas propuestos

El análisis de los diagramas actuales de flujo de operaciones, de distribución de la planta y de recorrido de la planta, proporcionaron información la cual se tradujo en oportunidades de mejora para el proceso de producción, las cuales se grafican a continuación en los diagramas que se proponen para mejorar el método de trabajo, optimizando los recursos, mano de obra, instalaciones, maquinaria y equipo y materia prima.

Del análisis anterior se generan las propuestas para mejorar la efectividad del sistema, esto se puede alcanzar con la aplicación del rediseño de operaciones que se expresa en este capítulo, iniciamos con la tabla que resume la mejora en cuanto a reducción de tiempo total y condensa la cantidad de actividades globales, al integrar dos de ellas, lo que agiliza la secuencia de las mismas.

El tiempo total de ejecución se reduce al 60% del tiempo original de las operaciones, lo cual eleva el rendimiento de la capacidad de toda la planta, ya que al liberar los recursos más rápidamente, se aprovechan de manera más intensiva, esto a su vez se traduce en un beneficio total del sistema productivo, debido a la disminución de uso de recursos por unidad producida.

El tercer elemento en cuestión es la reducción de la distancia del recorrido del producto de 95 metros en el diseño original, que como se menciona anteriormente se produjo a razón del crecimiento no planificado de las operaciones en la planta, tras los reajustes esta distancia propuesta es de 29 metros en total con lo cual se obtienen ventajas no solamente en producción sino de manera indirecta en otros temas como seguridad industrial entre otros.

Figura 15. Resumen Diagrama de flujo propuesto

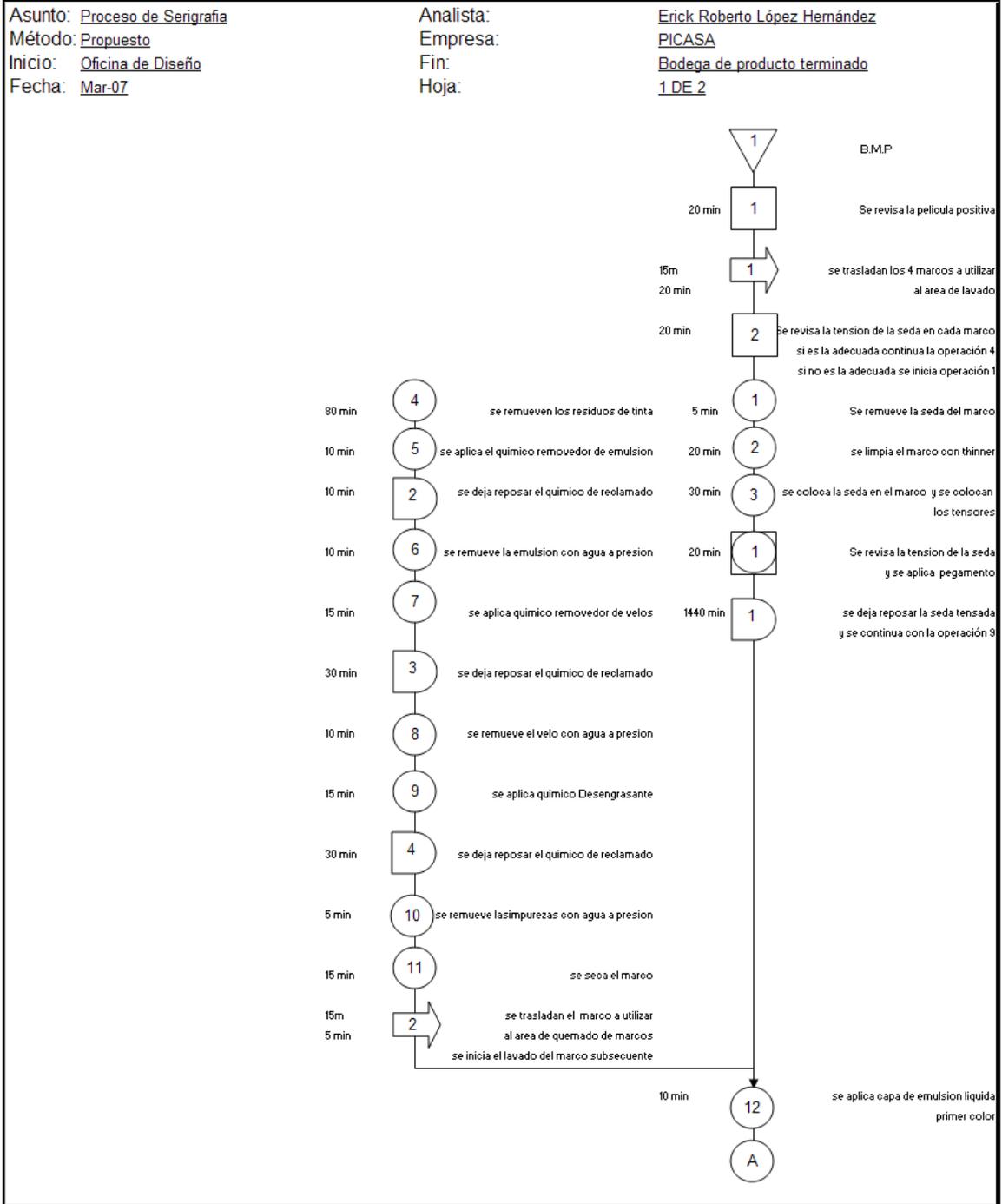
RESUMEN				
	NOMBRE	TIEMPO (min)	DISTANCIA EN METROS	No. OP
○	OPERACIÓN	272	*	20
□	INSPECCIÓN	50	*	3
◐	COMBINADA	22	*	3
➡	TRANSPORTE	55	29	4
D	DEMORA	2995	*	6
▽	ALMACENAJE	*	*	2
TOTAL		3394	29	38

Fuente: Erick Roberto López Hernández

En las siguientes secciones se presenta cada uno de los elementos estudiados con mayor detalle, en los cuales se puede observar los cambios propuestos en relación al análisis de la situación inicial expuesta en el capítulo anterior.

4.1.1 Diagrama de flujo de operaciones propuesto

Figura 16. Diagrama de flujo propuesto

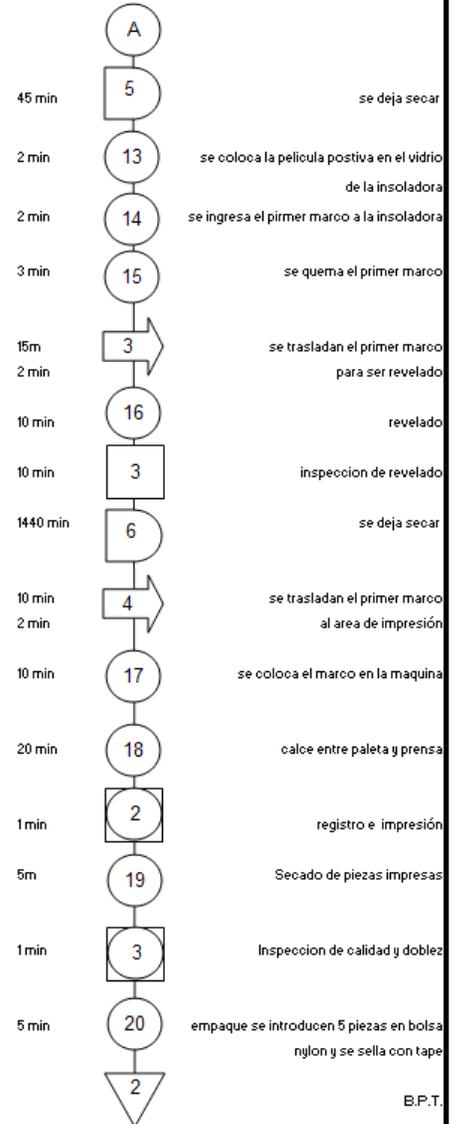


Fuente: Erick Roberto López Hernández

Asunto: Proceso de Serigrafía
 Método: Propuesto
 Inicio: Oficina de Diseño
 Fecha: Mar-07

Analista:
 Empresa:
 Fin:
 Hoja:

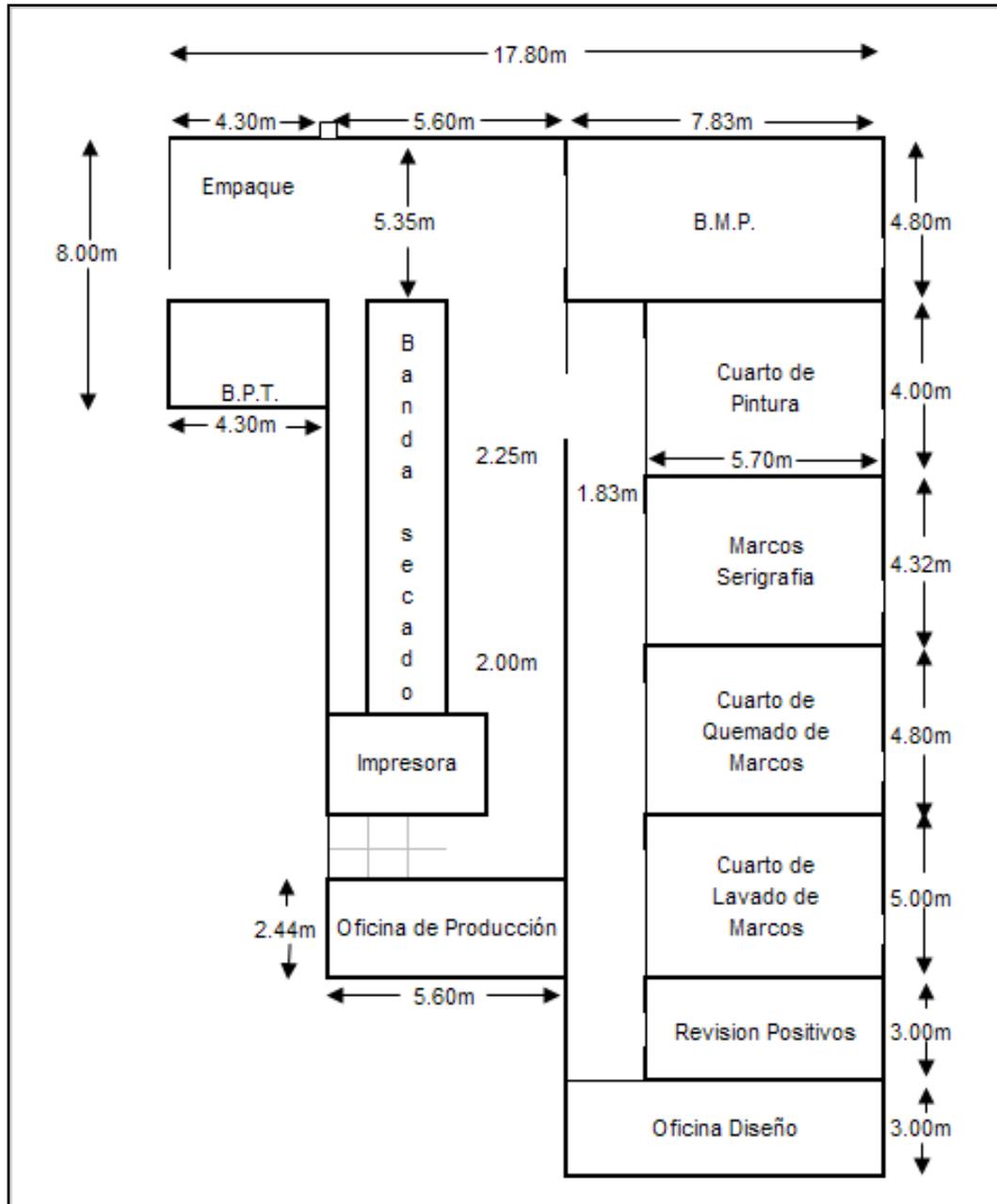
Erick Roberto López Hernández
PICASA
Bodega de producto terminado
2 DE 2



Fuente: Erick Roberto López Hernández

4.1.2 Diagrama de distribución de la planta propuesto

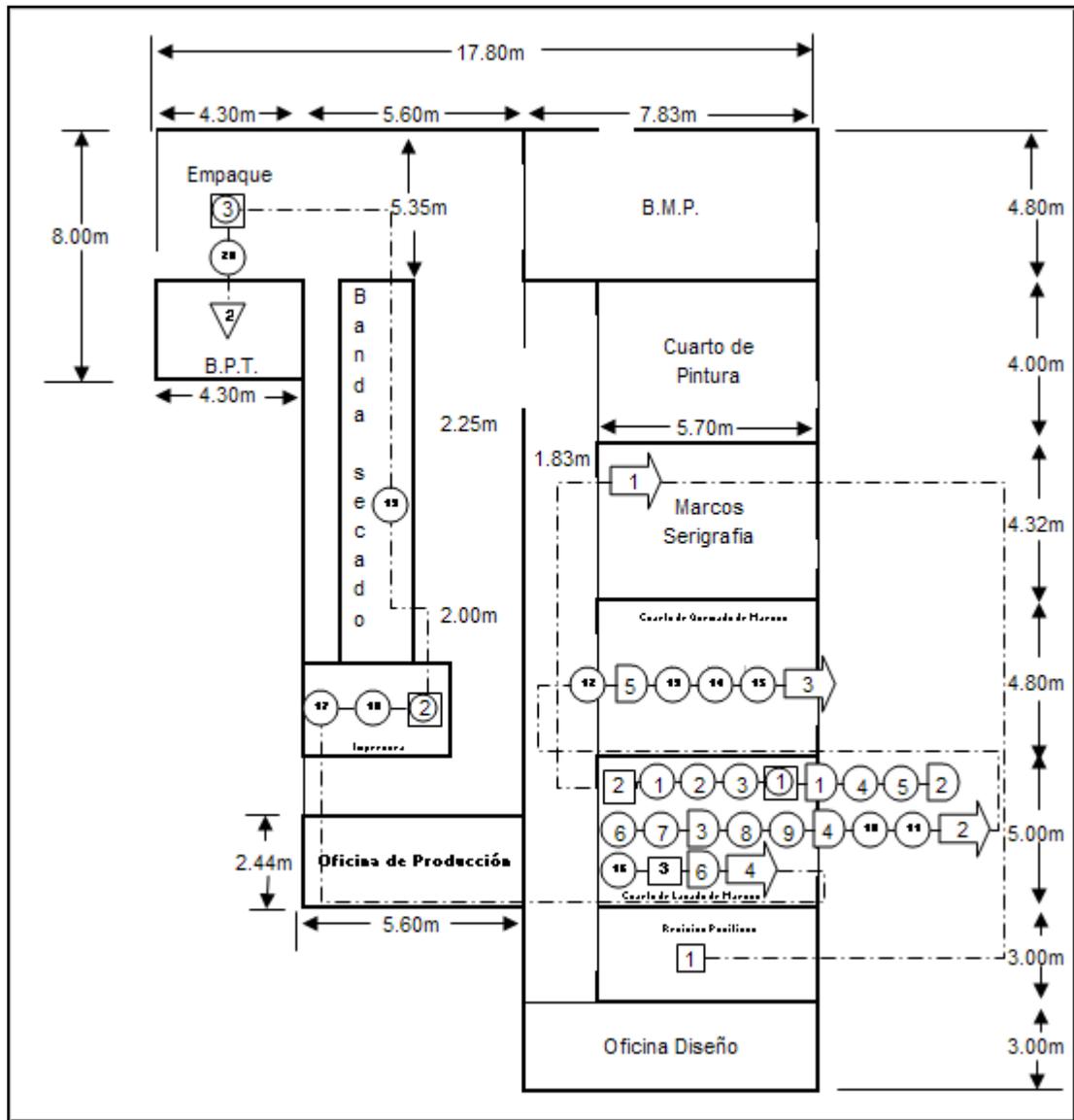
Figura 17. Diagrama de recorrido propuesto



Fuente: Erick Roberto López Hernández

4.1.3 Diagrama de recorrido propuesto

Figura 18. Diagrama de recorrido propuesto



Fuente: Erick Roberto López Hernández

4.2 Análisis de diagramas propuestos

4.2.1 Análisis de las operaciones

Al existir un ordenamiento de la planta el recurso humano es el beneficiado, se detecto la necesidad de incorporar una nueva operación, se mantuvieron la misma cantidad de inspección y operaciones combinadas, ahora documentándolas y, se eliminó un transporte, se eliminaron dos demoras al iniciar paralelamente dos procesos, derivando en la siguiente mejora; operaciones actuales 40 contra 38 propuestas, minutos consumidos actuales 5258.5 contra 3394 propuestos.

4.2.2 Análisis de la distribución propuesta de la planta

Con la propuesta de distribución de la planta se espera obtener resultados en la mejora del flujo de las operaciones derivando en menos ocupación del personal de trasladarse de un lugar a otro, mejorando el proceso como se pudo observar en el tiempo consumido propuesto de las operaciones. Significativamente se observo que se tuvo una mejora en recorrido de 95 metros que actualmente se recorren a 29 metros en el propuesto.

4.2.3 Análisis del diagrama de recorrido propuesto

Se lograra liberar el espacio en los pasillos dado que ya no existirán tantos movimiento y el recorrido para lograr obtener una pieza será de 3394 minutos.

4.3 Análisis económico del método propuesto

4.3.1 Identificación de los costos del nuevo método

Como se detecto en la sección previa, la oportunidad de mejora del proceso se basa en la redistribución de la planta, básicamente los costos que implica dicha redistribución son los que se producirán *únicamente una vez*, durante el traslado de equipos al área designada según el nuevo método, a continuación se detallan los rubros correspondientes.

- **Traslado de bodega** de materia prima al área de quemado de marcos. Esto implicara la mano de obra del personal operativo (6 ayudantes) durante dos días de 12 horas lo cual corresponderá a Q 198.47 de sueldo normal 8 horas y Q 106.32 de 4 horas de tiempo extraordinario de cada operador siendo esto un total de Q1,828.74.
- **Uso de un montacargas** por espacio de 1 hora para el traslado de la maquina insoladora a su nueva ubicación. La empresa cuenta con un montacargas por lo que no se hace necesario el alquiler de este equipo únicamente se contempla el costo de diesel y por ser un montacargas que tiene 10 años ya no se está depreciando. El costo de los 2 galones de diesel que se gastarán en la movilización de la máquina insoladora se encuentra en el orden de Q40.00.
- **Cableado para la instalación** 220volts de la máquina insoladora, se utilizara la espiga y cableado ya existente. Sé considera únicamente el tiempo de 3 horas que el electricista de la sección de mantenimiento de la

empresa el cual asciende al costo de Q175 la hora para un total de Q525.00.

- En total los **costos correspondientes al traslado** como tal, la empresa deberá invertir de sus propios recursos: tiempo de mano de obra, operación del montacargas e instalación eléctrica física de una maquina un total de Q. 2,393.74.

4.3.2 Análisis de los costos del nuevo método

Como se menciona anteriormente, la oportunidad de mejora del proceso radica principalmente en la redistribución de la planta, y para esto se requiere básicamente cambios que se detallan a continuación.

- El Traslado de bodega de materia prima al área de quemado de marcos. No implica cambios en cuanto a costos para el proceso de producción como tal, ya que la mano de obra varía de acuerdo a los aumentos salariales que se otorgan cada año de acuerdo a la productividad que cada operador demuestre durante el año.
- Actualmente en la empresa se cuenta con un montacargas, pero los costos de operación del mismo varían de acuerdo al precio del combustible, ya que es un rubro que varía constantemente por lo que se estima que aumente en un 5% el precio del galón de diesel, debido también a efectos inflacionarios y otras variables del entorno macroeconómico, sin embargo para efectos del traslado, se considera adecuada un costo en la movilización del equipo de instalación, por una única vez que asciende a la cantidad de Q40.00.

- La empresa deberá invertir un 15% más de lo que actualmente tiene como costos fijos y variables para poder realizar este proyecto.

5. SEGUIMIENTO DEL MÉTODO PROPUESTO

El proyecto en si depende de que se tenga un seguimiento adecuado de las cambios así como el establecimiento de formas de control que inhiban el desordenamiento del nuevo sistema, tal cual sucede con el actual, esto puede alcanzarse a criterio del autor a través de la implementación de los medios estructurados de control que se presenta en el presente capítulo.

5.1 Responsables del seguimiento

A continuación se define a los puestos que deberán ser los responsables de dar el seguimiento a cada etapa del proceso.

- Verificación de positivos los encargados de esta etapa son el supervisor y el diseñador. El responsable de llenar el registro de seguimiento deberá ser el supervisor.
- Lavado de marcos, los encargados de esta etapa son el supervisor, el operador y el auxiliar. El responsable de llenar el registro de seguimiento es el operador de lavado.
- Tensado de marcos, los encargados de esta etapa son el supervisor, el operador y el auxiliar. El responsable de llenar el registro de seguimiento es el supervisor.
- Quemado de marcos, los encargados de esta etapa son el supervisor, el operador y el auxiliar. El responsable de llenar el registro de seguimiento es el operador de quemado de marcos.
- Impresión, los encargados de esta etapa son el supervisor, el operador y el auxiliar. El responsable de llenar el registro de seguimiento es el operador de impresión.

- Secado, los encargados de esta etapa son el supervisor, el operador y el auxiliar. El responsable de llenar el registro de seguimiento es el operador de impresión.
- Empaque y acabados, los encargados de esta etapa son el supervisor, el operador y el auxiliar. El responsable de llenar el registro de seguimiento es el auxiliar de quemado encargado del empaque.

5.2 Registros de seguimiento

Para el seguimiento y control de las operaciones del flujo de proceso de las operaciones se sugiere la implementación de registros de seguimiento los cuales deben ir validados en las operaciones críticas del proceso a diario por las personas encargadas y responsables de cada etapa del proceso.

Los siguientes modelos se diseñaron, para poseer la mayor simplicidad y claridad posibles, pero conteniendo toda la información indispensable para ser entendidos y manejados por la mayoría del personal que labora en la planta en todos los niveles de la misma.

5.2.1 Verificación de positivos

Figura 19. Registro de verificación de positivos

Registro de seguimiento etapa de verificación de positivos							
MES: _____							
DÍA	HORA	ILUMINACION DE MESA DE EXPOSICION	LINEAJE	ANGULACION DE PUNTOS	SUPERVISOR	FIRMA	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Erick Roberto López Hernández

5.2.2 Lavado de marcos

Figura 20. Registro lavado de marcos

Registro de seguimiento Lavado de marcos						
MES:						
DIA	HORA	QUEMADO DE PELICULA POSITIVA	OPERADOR DE LAVADO	FIRMA	OBSERVACIONES	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Fuente: Erick Roberto López Hernández

5.2.3 Tensado de seda para marcos

Figura 21. Registro tensado de marcos

Registro de seguimiento etapa Tensado de seda para marcos						
MES: <input type="text"/>						
DIA	HORA	LAVADO	VERIFICACIÓN DE TENSIÓN	SUPERVISOR	FIRMA	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Fuente: Erick Roberto López Hernández

5.2.4 Quemado de marcos

Figura 22. Registro quemado de marcos

Registro de seguimiento etapa Quemado de marcos						
MES: <input type="text"/>						
DIA	HORA	QUEMADO DE MARCO	OPERADOR DE QUEMADO DE MARCOS	FIRMA	OBSERVACIONES	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Fuente: Erick Roberto López Hernández

5.2.5 Impresión

Figura 23. Registro impresión

Registro de seguimiento etapa de Impresión							
MES:							
DIA	HORA	VARIACIÓN DE TONO	FUERA DE CALCE	APROBACIÓN DE MUESTRA IMPRESA	OPERADOR DE IMPRESIÓN	FIRMA	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Erick Roberto López Hernández

5.2.6 Secado

Figura 24. Registro Secado

Registro de seguimiento etapa de Secado							
MES: _____							
DIA	HORA	SECADO NORMAL	AJUSTE DE VELOCIDADES DE LA BANDA	CURACIÓN DE TINTA	OPERADOR DE IMPRESIÓN	FIRMA	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Erick Roberto López Hernández

5.2.7 Empaque y acabados

Figura 25. Registro empaque y acabados

Registro de seguimiento etapa de empaque y acabados							
MES: <input type="text"/>							
DIA	HORA	VERIFICACION DE SECADO DE LA PIEZA	REGISTRO DE PIEZA	SELLADO	AUXILIAR DE QUEMADO ENCARGADO DEL EMPAQUE	FIRMA	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Erick Roberto López Hernández

5.3 Periodicidad de actualización del método

5.3.1 Vigencia

La experiencia indica que todos los procesos deben de estar enfocados siempre a la mejora continua por lo que se recomienda anualmente revisar el procedimiento de lo cual la vigencia debe ser de un año.

5.3.2 Actualización

La actualización de los procesos se debe dar cada vez que se detecte una oportunidad de mejora o cuando ingrese una no conformidad interna o externa del cliente.

5.3.3 Responsables de la actualización

El responsable directo de la actualización debe ser el jefe de producción, y los responsables de detectar las oportunidades de mejora son los responsables de cada etapa del proceso, los cuales fueron designados en el punto 5.1.

CONCLUSIONES

1. El análisis del entorno operacional de la empresa estudiada, reveló que a raíz de su amplio crecimiento en épocas recientes, el diseño del proceso de la distribución originalmente concebida, fue superado por las demandas de producción actuales, por lo cual se requieren cambios.
2. El análisis de las actividades del sistema de producción, reveló oportunidades para su mejora, que se desarrollaron, a manera de propuesta en los últimos capítulos.
3. Se propone un método, técnicamente factible para alcanzar mejoras en el proceso productivo, a través de la implementación de cambios moderados en relación al proceso actual de la planta serigráfica estudiada, así que también se propone una metodología de seguimiento correspondiente.
4. Los aspectos que se mejoran en el método propuesto, consisten en una redistribución de las estaciones de trabajo principales, con lo cual se logra una reducción de tiempo de operación del 40% respecto del tiempo actual, también se logra a través del rediseño del flujo que logra reducir el recorrido entre transportes de las operaciones al 30% de los valores actuales.

5. Se propone en el diagrama de flujo propuesto una reducción en la cantidad de actividades globales del proceso que incrementan su eficiencia a través del rediseño de estas.

6. El costo de implementar este proyecto será de aproximadamente un 15% de los costos fijos y variables actuales, sin embargo las mejoras obtenidas en el rediseño absorberán el costo del proyecto en un plazo inferior a un año de operaciones.

RECOMENDACIONES

1. Una de las premisas fundamentales que deben tenerse en cuenta para ir avanzando dentro del sector es la adecuación al cambio constante, ya sea de tipo tecnológico (en maquinaria o materias primas) como de tipo generacional, en pocas palabras la mejora continua.
2. A menudo se observa que la gente que lleva mucho tiempo en un mismo trabajo, cualquiera que sea éste, es menos proclive a aceptar cambios y no les suele gustar que alguien llegue de pronto con ideas nuevas e intente cambiar todo aquello que estaban haciendo hasta ahora y había funcionado. Por lo cual se sugiere manejar de forma adecuada la resistencia al cambio en el método propuesto.
3. La mejor estrategia es incorporar las innovaciones lentamente, a distancia pero sin perderlas de vista, teniendo en todo momento una clara visión de lo que se pretende conseguir con dichos cambios y la capacidad, como se ha dicho, se debe compaginar adecuadamente la experiencia con las nuevas ideas y la preparación de los más jóvenes.
4. Toda mejora al sistema productivo debe considerar el cuidado del medio ambiente, debido a que las normativas actuales, consideran el diseño de procesos ambientalmente limpios un requisito fundamental, por lo cual se recomienda aprovechar el rediseño del proceso como una oportunidad de mejorar este aspecto.

5. Por otro lado, teniendo en cuenta la Legislación referente a la seguridad e higiene industrial, al mismo tiempo que las que conciernen a la problemática medio ambiental, se observa también que los nuevos productos son menos contaminantes para el propio trabajador, al haberse eliminado casi por completo los olores y los efectos que éstos productos causaban con su utilización.
6. No hay que olvidar también los beneficios que los nuevos productos pueden conllevar en ahorro, tanto de gasto de producto como de energía; como ejemplo, gracias a la utilización de las tintas uvi se ha conseguido que el ahorro de energía en el secado sea mayor.
7. Por último, no debe olvidarse la influencia de la información dentro del cambio, es decir, una industria tiene que estar en todo momento al día, bien sea a través de revistas especializadas, boletines, congresos, ferias, etc... pues en la actualidad dicha información es fundamental si queremos que nuestra empresa se encuentre entre las primeras del sector. Por otra parte, una de las formas en las que una industria puede tener su propia voz es a través de las instituciones autonómicas, nacionales y regionales dentro de su sector que, a su vez, mantienen constantemente informados a sus asociados de todas las noticias interesantes, tanto de tipo político como empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabo de la Sierra, Gonzalo. *Grabados, litografías y serigrafías: Técnicas - procedimientos*. Madrid: Esti-Arte Ediciones, 1981. 264p. il.
2. Caza, Michel. *La serigrafía*. Barcelona: Ediciones R. Torres, 1974. 124p. il. (La serigraphie. Geneve: Les Editios de Bonvent.)
3. Vives Piqué, Rosa. *Del cobre al papel: La imagen multiplicada*. Barcelona: Icaria Editorial, 1994. 236p. il.
4. Vives Piqué, Rosa. *Guía para la identificación de grabados*. Madrid: Arco Libros, 2003.
5. Blas Benito, Javier. *Bibliografía. del arte gráfico : grabado, litografía, serigrafía : historia, técnicas, artistas* Madrid : Calcografía Nacional, 1994, 402 p. ; 24 cm
6. CAZA, Michel. *La serigrafía*. Barcelona, Ediciones Rufino Torrez, 1997.
7. JUDY, Martín. *Enciclopedia de técnicas de expresión*. Barcelona, Editorial Encanto, 1993.
8. TERMINE, María. *Serigrafía*. México, Editorial Diana, 1997.

Referencia Electrónica

9. http://www.serinet.net/1_guatemala/?%26bull%3B_Separaci%26oacute%3Bn_de_Colores
10. <http://es.wikipedia.org/wiki/Serigraf%C3%ADa>
11. <http://www.enplenitud.com/cursos/serigrafia.asp>