

T
658.542
SAR
D-31848



D-31848



Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Implantación del Sistema SMED en un Proceso de Impresión Flexográfica”

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL



Presentada por:

Freddy Mauricio Sarango Martínez

Guayaquil - Ecuador

Año - 2002

AGRADECIMIENTO



A Dios, mis Padres y todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente en el Ing. Jorge Abad Morán Director de Tesis, por su invaluable ayuda.



DEDICATORIA



A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

A EXPOPLAST C.A.

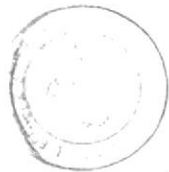
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



CB-ESPOL

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP

Ing. Jorge Abad M.
DIRECTOR DE TESIS



CB-ESPOL

Arq. Rosa Rada A.
VOCAL

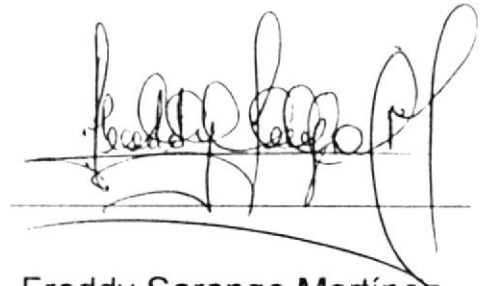
Ing. Horacio Villacís M.
VOCAL



CB-ESPOL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



Freddy Sarango Martínez





RESUMEN



El presente trabajo consiste en la implantación del Sistema SMED, proveniente de la palabra inglesa "Single-Minute Exchange of Die", en el área de impresión flexográfica de película de polietileno de la empresa Expoplast C.A., teniendo como finalidad utilizar la teoría y técnicas del SMED para realizar las operaciones de cambios de trabajo en menos de diez minutos. Aunque no cada cambio de trabajo en particular pueda literalmente completarse en menos de diez minutos son usualmente posibles dramáticas reducciones de tiempo.

Uno de los problemas que más frecuentemente se presenta en la industria manufacturera se relaciona con la producción de varios productos en lotes pequeños, lo cual produce frecuentes cambios de trabajo ocasionando una disminución en la capacidad instalada de la fábrica. Este efecto es crítico cuando se trata de un cuello de botella o cuando la línea de producción se encuentra balanceada. La reducción de los tiempos de preparación en maquinarias es la clave para reducir los cuellos de botella, reducir los costes y mejorar la calidad de los productos.

Previo a la aplicación del SMED es necesario hacer un estudio de tiempos, para conocer el estándar actual; y, poder compararlo con el que se va a

obtener después de la aplicación del SMED, cuantificando de esta manera uno de los beneficios de esta técnica.

Luego de la implantación se medirá la eficacia del SMED en el área seleccionada con la presentación de resultados; y, las respectivas conclusiones y recomendaciones para el óptimo funcionamiento del sistema implantado.





ABREVIATURAS

CTE	Cambio de Trabajo Externo.
CTI	Cambio de Trabajo Interno.
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles.
°C	Grados Celsius.
°F	Grados Fahrenheit.
Hz	Hertz.
Kg	Kilogramo.
Kg/h	Kilogramo por Hora.
Lb	Libra.
m	Metro.
m/min	Metro por minuto.
ml	Mililitro.
mm	Milímetros.
PEAD	Polietileno de Alta Densidad.
PEBD	Polietileno de Baja Densidad.
UV	Ultravioleta.



SIMBOLOGÍA

ASEPLAS	Asociación Ecuatoriana del Plástico.
CEMA	Centro de Estudios del Medio Ambiente.
CDC	Commonwealth Development Corporation
FPA	Flexible Packaging Association.
FTA	Flexographic Technical Association.
ISO	International Standard Organization.
JIT	Just in Time.
SGS	Société Générale de Surveillance de México, S.A. de C.V.
SMED	Single Minute Exchange of Die.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Actividad de Producción de Expoplast C.A.....	20
Figura 2.2	Equipo de Extrusión de Película Tubular.....	24
Figura 2.3	Sistema de Entintado en Flexografía.....	27
Figura 2.4	Esquema de la Barra Selladora de Película Plástica.....	33
Figura 4.1	Posicionamiento de Chasis de Máquinas Lavadoras....	98
Figura 4.2	La Colocación de Interruptores en una Prensa Elimina la Necesidad de Ajuste.....	99
Figura 4.3	Contenedor de Almacenaje Temporal de Bobinas.....	100
Figura 6.1	Limpieza de Tina en Preparación Externa.....	137
Figura 6.2	Carreta Transportadora de Rodillos Porta Clisé antes de la Mejora.....	138
Figura 6.3	Carreta Transportadora de Rodillos Porta Clisé Mejorada.....	139
Figura 6.4	Distribuciones de Estaciones Alrededor del Tambor Central.....	149



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Guía para la Elección del Radio Correcto de una Barra de Sellado.....	41
Tabla II	Guía para Determinar el Número de Ciclos en el Estudio.....	65
Tabla III	Habilidad y Destreza.....	68
Tabla IV	Esfuerzo o Empeño.....	70
Tabla V	Condiciones.....	71
Tabla VI	Consistencia.....	72
Tabla VII	Actividades en un Proceso de Preparación de Máquinas.....	83
Tabla VIII	Selección del Operador según Nivel de Desempeño....	110
Tabla IX	Tiempo Estándar del Estudio.....	122
Tabla X	Lista de Comprobación para la Preparación Interna y Externa en un Cambio de Trabajo.....	131
Tabla XI	Actividades que Conforman la Operación de Limpieza de Máquina.....	136
Tabla XII	Actividades que Conforman la Operación de Calibración de Máquina.....	142
Tabla XIII	Identificación de Parámetros de Control en el Proceso de Impresión Flexográfico.....	144
Tabla XIV	Reducciones de Tiempo Alcanzadas al Implantar el Sistema SMED en el Proceso Seleccionado.....	151



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
I. GENERALIDADES.....	3
Introducción.....	3
1.1. Área de la investigación.....	3
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo General.....	7
1.2.2. Objetivos Específicos.....	7
1.3. Metodología.....	8
1.4. Estructura.....	9



II. ANÁLISIS DE LA COMPAÑÍA EXPOPLAST C.A.	11
Introducción.....	11
2.1. Reseña Histórica.....	11
2.1.1. Historia del Plástico.....	11
2.1.2. Historia de la Compañía.....	18
2.2. Apreciación Global de la Empresa.....	19
2.3. Filosofía de la Empresa.....	22
2.4. Proceso de Fabricación.....	22
2.4.1. Extrusión.....	23
2.4.2. Impresión.....	26
2.4.3. Corte.....	31
2.4.4. Conversión o Sellado.....	33
2.4.5. Perforado.....	47
2.5. Conclusiones.....	49
III. ESTUDIOS DE TIEMPOS	50
Introducción.....	50
3.1. Definición.....	51
3.2. Importancia del Estudio de Tiempos en la Productividad.....	51
3.3. Objetivos.....	53
3.3.1. Objetivos Generales.....	53

3.3.2. Objetivos Específicos.....	54
3.4. Ventajas y Desventajas encontradas al Aplicar un Estudio de Tiempos.....	54
3.5. Equipos para el Estudio de Tiempos.....	55
3.6. Procedimiento General para un Estudio de Tiempos.....	56
3.6.1. Pasos Preliminares.....	56
3.6.2. Medición de los Tiempos y dificultades encontradas.....	60
3.6.3. Procesar los Datos.....	65
3.7. Conclusiones.....	76
IV. SISTEMA SMED.....	78
Introducción.....	78
4.1. Fundamentos del SMED.....	79
4.1.1. Historia del SMED.....	79
4.1.2. Pasos Básicos en el procedimiento de preparación.....	81
4.1.3. Mejora de la preparación: Etapas conceptuales.....	85
4.2. Técnicas para aplicar el Sistema SMED.....	89
4.3. Efectos conceptuales del SMED.....	104
4.4. Conclusiones.....	106

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	108
Introducción.....	108
5.1. Reunión de apertura para el estudio de tiempos.....	108
5.2. Instructivo para estudio de tiempos.....	109
5.2.1. Selección del Operario.....	109
5.2.2. Verificar el método, equipo, calidad y condiciones.....	110
5.2.3. Registro de información significativa.....	111
5.2.4. Desglosar el ciclo de trabajo en sus diferentes actividades.....	116
5.2.5. Recolectar los tiempos que se obtienen en cada ciclo de trabajo.....	118
5.2.6. Obtención de la muestra representativa.....	119
5.2.7. Aplicar el factor de calificación de la actuación del Operador.....	119
5.2.8. Aplicar la tolerancia.....	120
5.3. Cálculo del estudio.....	121
5.4. Conclusiones.....	122
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SISTEMA SMED.....	124
Introducción.....	124

6.1. Reunión previa a la implantación del sistema SMED.....	124
6.2. Aplicación del sistema SMED.....	125
6.2.1. Etapa preliminar : No están diferenciadas las preparaciones interna y externa.....	125
6.2.2. Primera etapa: Separación de las preparaciones internas y externas.....	130
6.2.3. Segunda etapa: Convertir la preparación interna en externa.....	134
6.2.4. Tercera etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.....	146
6.3. Efectos encontrados al aplicar el SMED.....	152
6.4. Conclusiones.....	154
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	155
APÉNDICES	
REFERENCIAS	
BIBLIOGRAFÍA	

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se basa en la implantación del Sistema SMED en el Proceso de Impresión Flexográfico de la Compañía Expoplast C.A., antes de desarrollar los principios SMED en el proceso seleccionado es necesario aplicar un estudio de tiempos con la finalidad de conocer el estándar actual y poderlo comparar con el obtenido una vez implantado el SMED, demostrando con evidencias objetivas los beneficios integrales de éste sistema de mejora continua en el área de implantación.

Resulta beneficioso el aplicar sistemas de producción eficaces en empresas que cuentan con máquinas semiautomáticas en sus líneas de producción, como es el caso, esto debido a que sin mayor inversión tienen la oportunidad de aumentar la capacidad instalada de las mismas, mejorando la producción y reduciendo los costos de manufactura como factores influyentes en el desarrollo de una posición industrial competitiva.

El SMED es uno de los sistemas de producción más eficaces para la reducción de tiempos improductivos en maquinarias que incurren en continuos cambios de trabajo debido a las fluctuaciones de la demanda al presentarse producción diversificada y en bajos volúmenes.

Por lo anterior, en esta tesis se procede a implantar el Sistema SMED en el proceso de impresión flexográfica perteneciente a la línea de película de polietileno, describiendo de antemano los demás procesos del área de producción. Se procede con la revisión de los fundamentos teóricos para la aplicación del estudio de tiempos y el SMED en el área de implantación. Luego se continúa con el análisis de los resultados obtenidos al realizar el estudio de tiempos e implantar el SMED, comprobando las mejoras alcanzadas. Finalmente, se presenta las conclusiones de la tesis y las recomendaciones del caso para mantener o mejorar el funcionamiento del sistema implementado.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

Introducción.

El capítulo primero de la presente tesis está conformado por cuatro secciones claramente definidas. En la primera sección, se describirá la importancia de la investigación. Posteriormente, se explican los objetivos general y específicos de la tesis. En la tercera sección, se describe la metodología usada en la tesis y la última sección comprende la estructura de la tesis.

1.1 Área de la investigación.

Nuestro país durante toda su era industrial, se ha limitado a producir bienes y/o servicios con el único propósito de cumplir la entrega del producto y/o servicio solicitado por el cliente, con lo cual la secuencia de la actividad productiva ha sido siempre repetitiva, esto

cuidando tan solo tres parámetros básicos que son; costos, calidad y eficiencia inherente en la mente de todo gerente de planta. Todo esto, sin tener un sistema que ayude a reducir el primero y aumentar los dos últimos. Aunque son pocas las empresas en el Ecuador que aplican sistemas de producción eficaces y que están; y, han dado resultado en compañías pertenecientes a países industrializados, lo cierto es que casi ninguno se atreve a invertir para acceder a estos tipos de sistemas ya que se los considera de alto costo; y, de poca utilidad en nuestro medio.

El paradigma actual a nivel gerencial es pensar que la automatización es la solución para incrementar los niveles de producción y reducir los costos por mano de obra empleada, sin darse cuenta que antes que acceder a este tipo de tecnología es indispensable implementar sistemas para mejorar la eficiencia productiva de las máquinas semiautomáticas.

Debido a que la mayoría de la tecnología seleccionada en nuestras industrias es semiautomática, se ha hecho conveniente encontrar el punto de equilibrio en el que tanto el hombre como la máquina rindan satisfactoriamente, derivándose de lo anterior, la creencia de

que la eficiencia productiva se logra mejorando los métodos de trabajo durante el proceso de fabricación, lo que conlleva a que se tome como aspecto menor a los cambios de trabajo en las máquinas.

La presente tesis tiene como finalidad implementar el SISTEMA SMED, proveniente de la palabra inglesa "Single-Minute Exchange of Die"; y, cuya interpretación es "Cambios de Trabajo en Menos de Diez Minutos", en el área de impresión flexográfica de película de polietileno en la empresa Expoplast C.A.

Antes de la aplicación del SMED es necesario realizar un estudio de tiempos, para conocer el estándar actual; y, poder compararlo con el que se va a obtener después de la implantación del SMED, cuantificando de esta manera uno de los beneficios de esta técnica.

A continuación, se explicará a breves rasgos cual es el principio del sistema SMED, posteriormente su filosofía se explicará con mayor detalle en el capítulo 4.

Uno de los problemas que más frecuentemente se presenta en la industria manufacturera se relaciona con la producción de varios productos en lotes pequeños, lo cual produce frecuentes cambios de trabajo ocasionando una disminución en la capacidad instalada de la fábrica. Este efecto es crítico cuando se trata de un cuello de botella o cuando la línea de producción se encuentra balanceada.

Sin embargo, aunque el número de cambios de trabajo no pueda reducirse, el tiempo de los mismos puede bajar radicalmente. Piénsese en el incremento de la productividad que pueda obtenerse si una operación de preparación que requiere tres horas pueda reducirse a tres minutos. De hecho, esto se ha hecho posible con la implementación de los cambios en pocos minutos.

La preparación de la maquinaria en minutos de un solo dígito se conocen como el Sistema SMED. Esta técnica permite reducir los tiempos de cambios de trabajo en maquinarias (set up time), mejorando la programación de la producción, reduciendo el tamaño de lotes y los ciclos de tiempo para la manufactura. El término se refiere a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos. Aunque no cada

preparación en particular pueda literalmente completarse en menos de diez minutos son usualmente posibles dramáticas reducciones de tiempo.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

El objetivo general de ésta tesis, es implantar el Sistema SMED previo un estudio de tiempos, en el proceso de impresión flexográfica de película de polietileno de la Compañía Expoplast-Favorita Fruit Corp.

1.2.2 Objetivos Especificos.

- Reducciones drásticas de tiempo en cada cambio de trabajo.
- Optimizar el método de trabajo en la secuencia de actividades para cada cambio de herramientas, piezas y/o equipos.
- Incrementar la capacidad productiva de la máquina impresora, disminuyendo el porcentaje de desperdicio generado.

- Eliminar cuellos de botella formados por sobreabastecimiento de lotes entrantes del proceso anterior.
- Estandarizar los tiempos en cambios de trabajo, facilitando la programación de la producción.

1.3 Metodología.

La secuencia de pasos que se seguirá para la realización de la presente tesis se describe a continuación:

1. Reconocimiento del proceso de fabricación e identificación del área óptima en la que se implementará el sistema SMED.
2. Descripción preliminar de la aplicación del estudio de tiempos en el área de impresión flexográfica.
3. Descripción del Sistema SMED.
4. Clasificación entre operaciones de preparación: Preparación interna y Preparación externa.
5. Obtención del tiempo estándar para cambios de trabajo en una máquina flexográfica de seis estaciones.
6. Aplicación del Sistema SMED en el proceso de impresión flexográfico.
7. Presentación de conclusiones y recomendaciones.

1.4 Estructura.

Continuando con la introducción de este capítulo, la presente tesis esta conformada por seis capítulos y las respectivas conclusiones y recomendaciones de la tesis, el extracto de los capítulos se describe a continuación:

- Capítulo Dos - Análisis de la Compañía EXPOPLAST C.A. Este capítulo comienza presentando los orígenes y desarrollo del plástico hasta la actualidad, así como la reseña histórica de la empresa. Posteriormente se da una apreciación global y se describe la filosofía de la empresa. Finalmente, se describen los procesos operativos que conforman su línea de producción.
- Capítulo Tres - Estudio de Tiempos. Este capítulo presenta un procedimiento específico para la aplicación de un óptimo estudio de tiempos, el cual se va a utilizar en esta tesis antes de la implantación del SMED.
- Capítulo Cuatro - Sistema SMED. Este capítulo describe los fundamentos y la teoría del sistema en mención; así como, su alcance, sus principios, métodos de aplicación y efectos encontrados.
- Capítulo Cinco – Análisis de Resultados del Estudio de Tiempos. Este capítulo presenta un instructivo en el cual se

detalla las actividades seguidas para la obtención del estándar de tiempo en cada cambio de trabajo del proceso seleccionado.

- Capítulo Seis – Análisis de Resultados del Sistema SMED. Este capítulo demuestra la forma en la que se logró la reducción de tiempos para cambios de trabajo realizados en la máquina flexográfica de película plástica.
- Conclusiones y Recomendaciones. Al final de la tesis se presenta las conclusiones acerca de la aplicación del Sistema SMED en el proceso de impresión flexográfica; así como, las recomendaciones para el óptimo funcionamiento del sistema implantado.

CAPITULO 2

2. ANALISIS DE LA COMPAÑIA EXPOPLAST C.A.

Introducción

El capítulo abarca cuatro secciones. La primera hace referencia a una breve reseña histórica del plástico y de la compañía en mención. La segunda da una apreciación global de la empresa. La siguiente sección cubre la filosofía de la compañía. Finalmente, este capítulo presenta el proceso de fabricación del polietileno en forma general.

2.1 Reseña histórica

2.1.1 Historia del plástico.

La historia del plástico se remonta a 1862, cuando en la Gran Feria Internacional de Londres, Alexander Parkers mostró su descubrimiento de un material orgánico derivado

de la celulosa, que sometido al calor podía ser moldeado de múltiples formas y, una vez enfriado, mantenía la estructura que se le había dado. Parkes mostró que este nuevo material, tenía todas las propiedades del caucho, a más bajo costo.

Un recuento de la historia del plástico no puede dejar de mencionar a los elefantes y a los aficionados de billar. Las bolas de billar utilizaban como materia prima el marfil, lo que ocasionaba que la matanza de elefantes fuera cada vez mayor. Buscando un sustituto para el marfil, John W. Hyatt, en 1869, encontró la solución al desarrollar el **Celuloide**, el primer termoplástico de la historia. Con el se desarrolló la primera película fotográfica y las primeras películas animadas.

A comienzos del siglo XX era frecuente la utilización de un barniz, conocido como *shellac*, que se obtenía del caparazón de una especie de escarabajos. En 1907, un químico neoyorquino, Leo H. Baekeland desarrolló la que vendría a ser la primera resina completamente sintética

hecha por el hombre. Buscando un sustituto para el *shellac*, cuya demanda se había disparado ante la creciente necesidad de aislantes para los cables eléctricos, Baekeland descubrió la **Bakelita**, que fue llamado "el material de los mil usos" por sus excelentes propiedades.

El desarrollo industrial de la época encontró en la bakelita, un aliado excepcional para múltiples usos en las nacientes industrias de la electricidad, el automóvil y el teléfono. De igual manera, la industria militar vio en la bakelita un importante material para nuevos desarrollos en la fabricación de armamentos.

El afán por imitar a los laboriosos gusanos que secretan la seda llevó, en 1891, a Louis Bernigaut, a desarrollar un procedimiento para producir seda sintética y descubrió el **Rayón**. Poco después, en 1900, el científico suizo Jacques E. Brandenberger decidió enfrentar el problema de los rastros de vino en las mesas de los cafés franceses y asume el reto de buscar un material que se impregnara en

las telas y las protegiera de las manchas. Su trabajo devino en la aparición de la **Viscosa**.

El trabajo con este material lo llevó al desarrollo del Celofán (celulosa transparente), que se mercadeo como material para empaque. Sus costos eran tan altos que era usado para envolver los más finos perfumes franceses. Su uso como material de empaque vino a popularizarse en 1926, cuando científicos de Dupont desarrollaron una versión a prueba de humedad.

En los años 20, la investigación científica alrededor de los polímeros se desarrolló notablemente. Wallace Carothers, ingeniero químico de Dupont basado en la investigación sobre polímeros desarrolló el **Neopreno**, el primer caucho sintético. Posteriormente, retomó el sueño de Bernigaut, de fabricar una seda artificial y allí apareció La Fibra 66, que más tarde adoptaría el nombre de **Nylon**. Empezó su uso en la fabricación de cerdas para cepillos de dientes, hasta obtener una amplia aceptación del público, en los años 30 y 40 con las medias de seda.

También, en los años 20, Waldo Semon, de B.F. Goodrich, intentando adherir caucho a un metal descubrió el PVC y dio así inicio a una nueva variedad de sus usos de polímeros en invernaderos, techos para vehículos y discos de larga duración. En los laboratorios de Dow Chemical, en 1933, Ralph Wiley, desarrolló accidentalmente un nuevo tipo de plástico, que fue conocido como **Saran** y que utilizado primero para propósitos militares, resultó ser el mejor compañero de las amas de casa en la protección de los alimentos.

Más adelante, en 1938, Roy Plunkett, de Dupont, descubrió el **Teflón**, que hasta hoy está presente en las cocinas de millones de hogares en el mundo. Por esta misma época, químicos de la Imperial Chemical Industries, E. W. Fawcett y R. O. Gibson, probando químicos de altas condiciones de presión, desarrollaron el **Polietileno**. De amplio uso durante la segunda guerra Mundial como aislantes en cables eléctricos y en aplicaciones de radar, pasó a convertirse en el plástico más popular y es, actualmente, el de mayor consumo en el mundo. Un inquieto ingeniero suizo, George de Maestral, maravillado con los cientos de partículas que

se adherían a cualquier cosa que entrara en contacto con un cardo, decidió replicar en su laboratorio ese fenómeno. A partir del Nylon, desarrolló, en 1957, el **Velcro**, que vendría a tener importantes aplicaciones en la industria y en la vida cotidiana.

Los años cincuenta y sesenta fueron testigos de la más amplia popularización de los plásticos. No hubo sector de la actividad productiva, ni de la vida diaria en los que los plásticos no hicieran su aparición. El desarrollo de materiales expandibles como la **Lycra**, tuvieron y tienen notable influencia en la industria de la moda. La medicina, la industria aeroespacial, la construcción y la industria electrónica se han servido de los materiales plásticos para hacer productos de alta resistencia, durabilidad y bajo costo. Desde mediados de los años setenta el plástico es el material de más venta en el mundo.

Los ochenta y los noventa han estado signados por una creciente preocupación mundial por el medio ambiente. Y el plástico ha estado siempre al debate. La preocupación de

temas como el reciclaje y la generación de polímeros biodegradables se constituyen en uno de los centros de atención de la industria. Siguen desarrollándose nuevas fibras y resinas. La innovación es el motor de la industria del plástico. Cada vez más surgen nuevas aplicaciones y maneras de sustituir otros materiales por el que ha demostrado ser el más resistente, durable y menos costoso.

Si bien en la primera mitad del presente siglo hubo algunos desarrollos industriales incipientes en la industria del plástico en América Latina, el verdadero arranque de la misma se ubica en los años cincuenta y sesenta, cuando surgen las que hoy son las más importantes empresas en la *región*.

Con el correr de los años se ha construido una de las más vigorosas actividades manufactureras en una cadena productiva que desde la petroquímica, hasta la elaboración de *bienes intermedios y finales de plástico*, se proyecta como una de las más promisorias en crecimiento para los próximos años. En los noventa y con la llegada del nuevo

siglo, América Latina ha dado un gran salto en el consumo de resinas plásticas, lo que la convierte en uno de los más atractivos mercados en el mundo en desarrollo. **(Tecnología del Plástico, Octubre / Noviembre 1999).**

2.1.2 Historia de la Compañía.

El 2 de Abril de 1987, el Grupo Wong adquiere la empresa de plásticos Plantagro S.A. y le cambia el nombre a Provedora Agroproinvest C.A. El 18 de Enero de 1993, cambia su razón social a Plásticos de Exportación, Expoplast C.A; y, en 1998 pasa a formar parte de la Holding Favorita Fruit Co., que nace de la unión entre el Grupo Wong y la institución financiera Británica Commonwealth Development Corporation (CDC). **(Manual de Calidad de la Compañía Expoplast C.A., 2000)**

Durante Diciembre de 1999 Expoplast C.A., adquiere la certificación ISO 9002 para fabricar y comercializar empaques flexibles y etiquetas autoadhesivas, otorgado por la SGS.

2.2 Apreciación Global de la Empresa.

La actividad principal de la Compañía Expoplast C.A., es fabricar y comercializar empaques flexibles y etiquetas autoadhesivas. La empresa está afiliada a la Flexographic Technical Association (FTA) y a la Flexible Packaging Association (FPA) de Estados Unidos de Norteamérica, que le permite mantenerse actualizada con la tecnología y estándares de calidad internacionales. Además a la Cámara de Industrias de Guayaquil y a la Asociación Ecuatoriana del Plástico (ASEPLAS).

Para el sector agroexportador, proporciona empaques para protección e identificación del banano en las plantaciones, fundas utilizadas para la exportación, etiquetas autoadhesivas y empaques para camarones y concentrados de frutas. Para el sector industrial provee fundas para fertilizantes y empaques impresos especiales para el envasado automático y manual de alimentos, jabones y productos químicos. Al sector comercial proporciona fundas impresas y sin impresión, para ropa, recolección de basura y propósito en general.

Los productos que se fabrican son elaborados a partir del polietileno uno de los derivados del petróleo, del cual se obtiene lo siguiente:

- Rollos de película con y sin impresión.
- Fundas con y sin impresión.
- Cintas para identificación de banano.
- Fundas tratadas con insecticida.
- Corbatines tratados con insecticida.
- Pañuelos de película de polietileno.
- Etiquetas autoadhesivas.

La empresa Expoplast C. A., produce y comercializa empaques plásticos en monocapa y multicapa, utilizando polietileno de baja y alta densidad, así como etiquetas autoadhesivas, producción dirigida a las empresas del grupo, como a otras empresas de la industria y comercio del Ecuador, con una capacidad instalada para producir, anualmente, 4.000 toneladas métricas de empaques plásticos y 180 toneladas métricas de etiquetas. Al final de la tesis en la Figura 2.1, se aprecia la actividad de producción

La planta industrial se localiza al norte de la ciudad, a la altura del Km. 14,5 de la vía a Daule, en los límites jurisdiccionales de la parroquia Tarqui, al norte de los parques industriales Inmaconsa y El Sauce.

Las instalaciones de Expoplast-Favorita Fruit Corp., se componen de dos naves industriales, el bloque administrativo adosado a una de las naves, y áreas para bodega de materiales, estacionamiento y maniobras de carga-descarga. La orientación del emplazamiento industrial está diseñado en dirección Noreste-Suroeste. El área de implantación es de 9.520 m². **(CEMA, 2000)**

La empresa, cuenta con un recurso laboral de 108 empleados, los cuales son dirigidos por un Presidente, un Vicepresidente, un Gerente General, un Gerente de Ventas, un Superintendente de Producción, un Superintendente de Calidad y varios Jefes Departamentales los cuales se desempeñan en las áreas de Administración, Mantenimiento, Bodega, Finanzas, Recursos Humanos, Aseguramiento de la Calidad, Seguridad Industrial, y Sistemas.

2.3 Filosofía de la Empresa.

Visión: Ser una empresa líder dentro de nuestra corporación y al nivel de las industrias de productos plásticos, con excelente imagen en el mercado. *(Manual de Calidad de la Compañía Expoplast C.A., 2000)*

Misión: Transformar eficientemente plásticos de alta calidad y brindar servicio de respaldo a la corporación, la industria y el comercio, contando con personal capacitado y motivado, para superar las expectativas de nuestros clientes, comprometida con el bienestar y desarrollo de la comunidad y del medio ambiente. *(Manual de Calidad de la Compañía Expoplast C.A., 2000)*

Valores: Fe; Respeto; Integración; Confianza en los colaboradores; Reconocimiento; Trabajo en equipo; Comunicación de puertas abiertas; Puntualidad; Seriedad en nuestros compromisos; Calidad de productos y personas; Servicio; Innovación. *(Manual de Calidad de la Compañía Expoplast C.A., 2000)*

Política de Calidad: Fabricar y comercializar, de manera segura, confiable y consistente, solamente productos de la calidad requerida, que merezcan y ganen la satisfacción de los clientes. El nivel de calidad de los productos y del servicio deben constituirse en razones considerables para que los clientes compren, tanto hoy como en el futuro. *(Manual de Calidad de la Compañía Expoplast C.A., 2000)*

2.4 Proceso de Fabricación.

El proceso de producción de Expoplast C. A., lo constituye dos líneas, la primera esta conformada por cinco secciones operativas

por donde se procesa el polietileno y la segunda la conforman dos secciones más, por donde se procesa el papel autoadhesivo. Para efectos de ésta tesis, se explicará el proceso de transformación del polietileno en empaques flexibles. La ruta del proceso se ilustran al final de la tesis en el APÉNDICE A.

2.4.1 Extrusión.

El proceso de extrusión es el primero en la fabricación de empaques plásticos a partir del polietileno y es aquí donde ingresa el 100% de la materia prima o resina en forma de gránulos. Los plásticos, debido a su propiedad de ablandarse ante el calor se dividen en dos grupos: Termoplásticos y Termoestables.

Los *termoplásticos* son los que requieren calor para poder darles una forma, y después de enfriados se les puede volver a calentar y darle otra forma. Esto puede hacerse limitado número de veces sin tener un cambio significativo en sus propiedades. Ejemplos de este son el Polietileno, el PVC y el Nylon.

Los *termoestables* son los que se ablandan solo una vez por efecto del calor. Si se les aplica calor nuevamente, se descomponen. Ejemplos de este son la Melamina (con el que se fabrican vajillas plásticas) y el PET. Las materias primas utilizadas para la producción de ellos son polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD) y papel autoadhesivo.

El polietileno viene en forma de gránulos o pequeñas esferas de color similar a la cera de una vela. A esta presentación suele llamársela "pellets", y se lo adquiere en sacos de 25 Kg. Para el procesamiento del polietileno se utilizan máquinas extrusoras de película soplada, las mismas que con temperatura y presión ablandan el material para darle la forma deseada. Estas máquinas utilizan como medio de transporte y transformación del plástico un tornillo, el mismo que empuja la resina a través de un túnel con temperaturas establecidas para finalmente hacerlo salir por una boquilla circular y dejarlo con la forma deseada al enfriarlo. La Figura 2.2, al final de la tesis nos muestra un esquema de una máquina de extrusión por soplado de polietileno.

Debido a que existen diversas clases de polietileno como son: alta densidad, baja densidad, lineal, alto peso molecular, industrial, etc., para elaborar una funda o rollo es necesario primero determinar el uso que tendrá ésta y luego se escogerá el tipo de material para su producción. Dependiendo de la elección tomada se fijará la forma como se extruirá el mismo (temperaturas de trabajo, puro o mezclado con otro material, con aditivos o sin ellos, etc.).

El conocimiento de éstas condiciones, y las acciones tomadas con respecto a las mismas durante la elaboración de la funda o rollo plástico pueden significar la satisfacción o el incumplimiento de las expectativas del cliente al momento de utilizarlos. Durante el proceso de elaboración de la película soplada, se le puede añadir al polietileno diversos aditivos, como son los colorantes, insecticidas, deslizantes, antioxidantes, protectores UV, etc. Cada uno de ellos cumple un fin determinado:

1. Los colorantes son *pigmentos* de origen inorgánico o a veces orgánico de diversos colores que dan color a la funda o rollo;

2. El insecticida da una cualidad especial a la funda, la cual es proteger de los insectos a los productos que estén dentro de ella;
3. Los protectores UV alargan la "vida" o tiempo útil del plástico, al protegerlo de los efectos envejecedores de la radiación ultravioleta del sol.

Las proporciones que se añaden de cada aditivo dependen del grado de color y/o protección deseado por el cliente y de las regulaciones que de él proveedor del mismo. **(Sylva Pablo, 1998).**

2.4.2 Impresión.

La impresión es el método mediante el cual se graba sobre un sustrato letras o imágenes. Es el sistema más usado por el hombre para comunicar e impactar visualmente, dependiendo del contenido y los colores de la imagen grabada. En la actualidad hay varias maneras de realizar una impresión en película o papel, entre estas cuentan la Litografía (Offset), Serigrafía, Rotograbado y la Flexografía. En esta tesis se dará atención sólo a la FLEXOGRAFIA,

pues es el sistema empleado por Expoplast C.A., para la elaboración de embalajes plásticos impresos.

El proceso flexográfico es un método de impresión directo, que se basa en la transferencia de tinta de un sustrato a otro. En un cilindro metálico se coloca una plancha de caucho o foto polímero (clisé), el cual toma tinta de un rodillo de dosificación (anilox) y la transmite posteriormente a un sustrato. Por cada vuelta que da el rodillo con la plancha, se produce una imagen completa sobre el sustrato. El sistema que utiliza la flexografía para la transferencia de la tinta es relativamente sencillo. A continuación se describe brevemente:

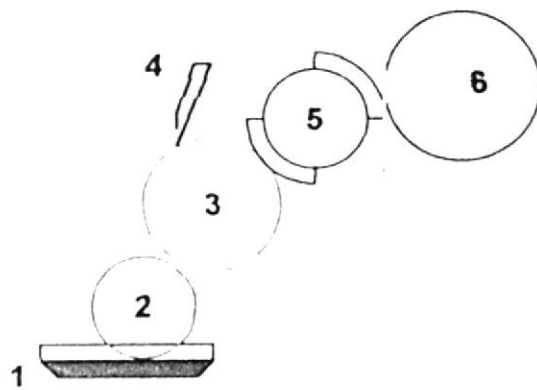


FIGURA 2.3. SISTEMA DE ENTINTADO EN FLEXOGRAFÍA

1. *Bandeja*: En ella se encuentra la tinta del color que deseamos imprimir.
2. *Rodillo de caucho*: Al girar toma tinta de la bandeja, a la vez que la transporta al anilox. También es conocido como rodillo entintador.
3. *Rodillo dosificador*: Rodillo metálico tramado y cubierto con cromo o con cerámica. Por el espacio que queda entre este y el rodillo de caucho o la cuchilla (doctor blade), se determina la cantidad (volumen y espesor) de tinta que se depositará sobre la plancha de foto polímero, y finalmente sobre el sustrato. Se lo conoce también como rodillo anilox.
4. *Doctor blade*: Cuchilla metálica o plástica que elimina el exceso de tinta que pasa al anilox. Suele conocerse también como rasqueta.
5. *Rodillo porta-clisé*: Cilindro metálico sobre el cual se "montan" los clisés. Este define cuan larga será la imagen a imprimirse. Durante el proceso de impresión, la parte en alto relieve de la plancha montada sobre el rodillo porta-clisé recibe la tinta de la superficie del anilox y la transmite al sustrato o material a imprimirse.

6. *Rodillo de soporte*: Sobre este se desliza el sustrato o material a imprimirse. Sirve de apoyo al mismo, al momento de recibir la presión del clisé. Su tamaño depende del tipo de prensa que se este usando (stack o tambor central). Se lo llama también rodillo de impresión.

El sistema de entintado puede funcionar de dos maneras:

- a) Con la cuchilla dosificadora, con o sin el rodillo de caucho, y;
- b) Sin la cuchilla dosificadora.

El primer método da una mejor regulación y dosificación de tinta, y se usa junto con rodillos anilox cerámicos. Su aplicación principal es en impresiones de tramados y/o policromías de alta liniatura. Mientras que el segundo método, por su paso de mayores volúmenes de tinta es mas indicado para trabajos de "sólidos", líneas y letras gruesas. Esto no es una regla que señala que no se puede imprimir policromías en una máquina con rodillo de caucho sin cuchilla, pues escogiendo las liniaturas adecuadas del

tramado del clisé y anilox, el tipo y la proporción de solventes adecuados en la tinta y la velocidad correcta de secado y de la máquina pueden obtenerse buenas impresiones.

Entre los materiales que se pueden imprimir (substratos), tenemos láminas de polietileno, polipropileno, papel, celofán, PVC entre otros. Para cada uno de ellos se necesitan condiciones de máquina como tensión, temperatura de secado, tintas y solventes adecuadas. En Expoplast C.A., se imprime película de polietileno de baja o alta densidad, natural o pigmentado en espesores que van desde los 30 a 120 micras, además de poder imprimir otros materiales como película de polipropileno.

Para lograr su objetivo de ofrecer película impresa de calidad, Expoplast C.A., cuenta con una máquina de impresión flexográfica SCHIAVI ZODIAC 136, de 6 colores con tambor central. Esta última característica hace que el registro de cada imagen impresa sea constante. **(Sylva Pablo, 1998).**

2.4.3 Corte.

El material que sale de extrusión y el que pasa por impresión en ocasiones es más ancho que el solicitado por el cliente, esto debido a que se aprovecha al máximo el ancho que puede soplar la extrusora y que puede imprimir la impresora. Todo este material pasa a la Sección de Corte donde se lo corta a la medida correcta y se le saca tiras laterales a fin de darle una buena presentación.

Con la finalidad de entregar los rollos del tamaño solicitado por el cliente y con una buena presentación, Expoplast C.A., cuenta con una máquina cortadora KSC-120 de COMEXI, la cual puede cortar rollos de una amplia variedad de espesores y con una tolerancia de ancho de corte de ± 3 mm. Esta máquina consta de un eje de desbobinado y 2 de rebobinado en los cuales se encuentran el rollo a cortar y los rollos cortados respectivamente.

El material de entrada pasa por encima de un rodillo ranurado, con distancia entre ranuras de aproximadamente

2 mm, y en ciertas ranuras ira una cuchilla que cortará el material.

Además de cortar los rollos al ancho que ha solicitado el cliente, en esta sección también se revisa la impresión eliminando todo lo que haya estado mal impreso, se hacen los empates correctamente e identificándolos con banderas, se lo alinea, se centra la imagen en el material según lo solicitado en la orden, y se le da la tensión final. La alineación de la imagen se la hace con una guía óptica.

Cuando se realizan trabajos cuyo material servirá para empaque de productos comestibles altamente oxidantes tales como leche y derivados, se toman las precauciones necesarias para evitar que el producto a empacar se dañe debido a la presencia de microbios, polvos y bacterias en la película plástica. Para tales efectos se utilizan dos lamparas germicidas de 30 Watios de Potencia las cuales irradian luz ultravioleta por debajo y por sobre la película al ser embobinada. Al rollo como producto terminado se lo protege con láminas de plástico en los filos y una envoltura de

plástico transparente para poder ver la impresión del interior. (*Sylva Pablo, 1998*).

2.4.4 Conversión o Sellado.

Sello lateral: En el proceso del sello lateral, una lámina doblada o una película tubular se sella con una barra de hierro calentada a 2 veces la temperatura de fusión nominal de la resina con que está hecha la película. Como la barra de sellado (conocida también como cuchilla caliente) cae sobre la película, la comprime y corta. La punta redondeada de la barra, ver Figura 2.4., empuja el polímero fundido a los lados del plástico cortado, lo cual forma una gota cuando enfría. Esta gota une las dos capas de plástico formando un sello.

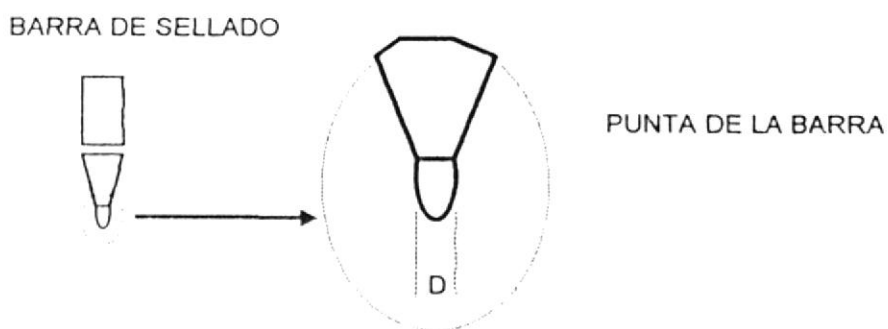


FIGURA 2.4. ESQUEMA DE LA BARRA SELLADORA DE PELÍCULA PLÁSTICA.

La orientación en dirección transversal de la película hace que esta se encoja cuando la cuchilla caliente la corta. La película se separa de la barra de sellado cuando esta retorna hacia arriba, por medio de un separador enfriado con agua. La película que ya pasó la barra de sellado lo hace como funda terminada, mientras que la que esta antes de la barra espera avanzar para formar otra funda.

Una regla práctica es que el diámetro de la punta redondeada del sellador debe ser cinco veces el espesor de la película a sellar para obtener un sello resistente (para película de polipropileno el tamaño adecuado de diámetro del sellador es de 2 a 3 veces el espesor del material). Por tanto, al aumentar el espesor de la película, debe aumentarse el diámetro del filo redondeado a fin de mantener un buen sello. Según esto, a mayor radio de la barra de sellado, mayor volumen de polímero fundido se desplazará al caer la cuchilla sobre el material.

Para cortar la película, la barra de sellado debe atravesarla completamente hasta llegar al rodillo de sellado. Este rodillo

que esta hecho de caucho va recubierto de teflón. La cuchilla debe tocar y cortar de forma pareja a todo el ancho del rodillo de caucho para asegurar un sello consistente a lo largo de la funda. Además de esto, la superficie sellante de la cuchilla debe ser uniforme para que ambos lados del sellado sean iguales en tamaño y fortaleza.

Desarrollos tecnológicos recientes de cuchillas de sellado lateral han resultado en mejoras en las tres siguientes áreas:

- Para asegurar la penetración uniforme del rodillo de sellado a altas velocidades, se ha probado varios métodos de armado de la barra de sello. La cuchilla de compensación de expansión térmica, como su nombre lo indica realiza una compensación por la expansión térmica de la cuchilla cuando ésta se calienta a la temperatura de trabajo. Esto se realiza con uniones de expansión lineal. El operador puede elegir el contorno de la cuchilla, para emparejar las irregularidades del rodillo

de sellado, no dejando que este cambie independientemente de la temperatura de la cuchilla.

- Al aumentar la velocidad de la convertidora, mantener alta la temperatura en la barra de sellado se vuelve crítico. Proveedores de maquinaria están incrementando la densidad de vatios de los elementos de calefacción que usan, empleando elementos de densidad de vatios variable para eliminar los puntos fríos que pueden presentarse a lo largo de la cuchilla, y también barras con aislantes. Algunas máquinas tienen termocuplas internas en la barra de sellado para controlar mejor la temperatura actual en el punto de sello. Todas estas mejoras han servido para mantener la temperatura muy cercana a la elegida por el operador, durante el proceso de elaboración de la funda.
- Hoy se da mas atención a la simetría radial de la barra de sellado. Los días del mantenimiento de la barra por medio de un limado manual se han terminado. El limado ya no se necesita debido al compensador de temperatura. Las altas velocidades de trabajo de hoy demandan mayor exactitud y precisión del sellado. Para asegurarse que se mantenga por mas tiempo el radio

apropiado, y para mantener limpia la barra sin darle limpieza constante, se utiliza superficies sellantes con un recubrimiento de cromo. En un desarrollo reciente se ha probado un recubrimiento mate de cromo dando superiores propiedades y minimizando la formación de polímero fundido.

El sellado lateral ofrece las siguientes ventajas a los convertidores:

- a) *Rapidez*: Puede alcanzarse velocidades de hasta 350 unidades por minuto.
- b) *Estética*: Para muchos usuarios el sello lateral es pequeño y virtualmente no se nota. Después de la línea del sello no hay desperdicio de material en forma de lamina o "falda" como en el sellado de fondo. Esta "falda" aumenta de manera substancial la cantidad de película usada en la producción de la funda.
- c) *Impresión*: Debido a que la mayoría de las fundas de sellado lateral son hechas de láminas abiertas, esta lámina puede imprimirse a altas velocidades con buena

resolución. Esto da como resultado una funda impresa a ambos lados.

Las tres variables en el proceso del sellado lateral son:

1. *Temperatura:* La mayoría de las selladoras laterales están en o cerca de la temperatura de fusión del *polímero*. Durante el proceso es visible una pequeña cantidad de humo. Esto se debe a la cantidad de *polímero* fundido que se pega a la barra cuando esta se eleva del rodillo de sellado. La causa más común de la debilidad del sello es que la temperatura de sellado sea *muy* alta. Cuando se elige una temperatura de sellado alta, no se comprime bien las dos capas de plástico a sellar antes de que estas se fundan. Las dos capas de plástico no se mezclaran suficiente cuando estén fundidas y el "hilo" del sello va a ser débil. Esto producirá un sello defectuoso que se rasga cuando se hala a los dos lados de él. Si desconocemos la temperatura de sellado del material se recomienda iniciar con una temperatura bastante baja (315 °C), e ir aumentándola despacio hasta que sea visible una pequeña cantidad de humo, como se mencionó

anteriormente. En este punto si la resistencia del sellado no es buena, debe aumentarse el tiempo de contacto, como se discutirá en la próxima sección.

2. *Tiempo de contacto:* Si a la temperatura correcta de sellado la resistencia del sello no es la esperada, debe aumentarse el tiempo de contacto (el tiempo en que la barra de sellado esta en contacto con el rodillo de sellado), para permitir mayor tiempo de compresión y de fundido a la película a sellar, y para hacer que la barra transfiera suficiente calor a la película y por tanto mezcle las dos capas en estado fundido formando un sello de la geometría deseada. Tradicionalmente la barra asciende y desciende por medio de levas las cuales hacen un ciclo por funda elaborada. El tiempo de contacto debe cambiarse ante cualquier cambio en el ajuste de levas o disminuirse al bajar el trabajo de la máquina. Las máquinas selladoras actuales son controladas por motor servo o algún otro equipo similar. Estos permiten al operador cambiar fácilmente la medida de la funda que se esta produciendo. Mediante

un teclado se cambia la medida a producir y mientras la maquina esta operando.

3. *Área de la superficie del sellador:* Debido al cromado y el uso de máquinas de precisión en la elaboración de barras de sellado, las superficies de las mismas son más exactas, y los resultados a obtener con ellas más predecibles en el tiempo.

A continuación en la TABLA I, se muestra una guía general para la elección del radio correcto de una barra de sellado. Hay que tomar en cuenta que es una guía para convertir película de PEBD y que se muestra solo como ejemplo.

Cuando observe una cuchilla selladora en una maquina convertidora trabajando, notara que en ella se forma una pequeña cantidad de polímero fundido en su parte frontal (lado de las bandas de arrastre de la máquina). A la temperatura de trabajo correcta, este polímero debe quemarse liberando un humo poco visible, como lo indicamos anteriormente.

TABLA I

**GUÍA PARA ELECCIÓN DEL RADIO CORRECTO DE
UNA BARRA DE SELLADO**

Espesor de película (micras)	Radio de cuchilla (mm.)
12.7 – 25.4	0.4
19.1 – 38.1	0.8
31.8 – 63.5	1.2
50.8 - 101	1.6

Cuando se resuelva problemas de sellado débil, se debe tener presente cual es el sello de entrada y el de salida al hacer la funda. La cuchilla necesita hacer contacto con la corona del rodillo sellador, esto es en la mitad. Si no da en el centro el hilo de sello tendrá diámetro irregular. Si es débil el sello de entrada, se revisa la altura de los dedos (guías), la cámara de enfriamiento y la alineación de la cuchilla caliente con respecto al rodillo de sellado.

Si es débil el sello de salida, se revisa el tiempo de retirada de la funda (arrastre por las bandas). La funda no se debe retirar antes de que la cuchilla caliente haya subido alejándose de la película, después de que este hecho el hilo de sello.

Cuando se forma polímero fundido sobre la superficie del rodillos de sellado, hay recalentamiento. Esto se ve a menudo con películas de bajo espesor. Si se eligió la temperatura correcta para la cuchilla de modo que queme el polímero formado en el filo y el material se pega al rodillo sellador se debe reducir el tiempo de contacto. En este instante se debe revisar la condición en que se halla el teflón del rodillo de sellado. Teflón gastado o rugoso causaran que se pegue el sello. Un punto bajo de relieve en la cuchilla caliente puede causar almacenamiento de polímero fundido en el área.

Sello al fondo: En el proceso de sellado de fondo se utiliza películas tubulares. Se realiza el sellado cuando las dos caras de un tubo se comprimen a una presión y temperatura

que es aproximadamente la temperatura de fusión del polímero en un tiempo determinado (tiempo de contacto).

El sello se forma cuando la barra presiona sobre las capas de plástico. Opuesta a la barra de sellado puede haber una barra recíproca o un soporte de sello estacionario. Mientras la película esta sujeta por la barra de sellado la funda es cortada o perforada. Debido a que este corte o perforación es hecho por un aparato separado de la barra, hay una limitación física de cuan cerca debe estar la perforación o corte del sellado. Esta distancia resulta en una "falda" o lámina de película más allá del sello.

La longitud típica de esta "falda" esta entre 3 y 5 mm. Como esto es material perdido, debe minimizarse en cuanto sea posible. El corte se lleva a cabo con una "cuchilla volante" (una cuchilla unida a una banda que va a lo ancho de la lámina y la corta), o con una cuchilla de tijera o cizalla.

Como la película se comprime, se junta, se mezcla; y, se enfría para formar el sello, esta se encuentra en estado

amorfo. En este punto es crítico que la película se relaje (no bajo presión) de tal forma que el sellado no se recoja o se deforme. Tensando el sello en este estado amorfo, se debilitara o romperá.

En máquinas que producen en línea con una extrusora donde la película esta en constante movimiento, la tensión de la lámina en el área de sellado esta aislada por rodillos de tiro a la entrada y a la salida de la barra. El operador puede variar la tensión en la lámina (aumentarla o disminuirla) al variar la velocidad de esos rodillos de tiro. La diferencia del uno con el otro se controla por un variador hidráulico o un motor con control electrónico.

En el caso de máquinas selladoras de movimiento intermitente, donde la máquina se detiene cada momento en que se forma una funda, la relajación del material puede llevarse a cabo de una u otra de las siguientes maneras:

1. Si la parte sellada de la funda va adelante, la película se aprieta en la parte de salida del material de la barra de

sellado. Esto elimina la tensión y la funda se corta entre la barra selladora y la película sujeta.

2. Si la funda se libera luego de los rodillos de tiro, con su parte abierta adelante, el corte se lleva a cabo entre la barra de sellado y los rodillos de tiro, no necesitando una mordaza adicional.

La mayoría de los equipos de sellado de fondo utilizan una barra de aluminio con una resistencia de calefacción en su interior. Puesto que con el sello de fondo se busca bajar temperatura de sellado con respecto al sellado lateral, los fabricantes de máquinas han hecho avances en barras de sellado de aluminio con buena transferencia térmica.

Algunos prefieren una cubierta de níquel cromo sobre una barra de aluminio o acero. Esta cubierta lleva corriente pulsante en ella para cada ciclo de la máquina. En algunas aplicaciones de alto espesor este método puede tener algunas ventajas al aplicar alto calor directamente sobre la película. Este tipo de sellado tiende a limitar la velocidad de ciclo de la máquina.

Una regla a aplicar en escoger las condiciones apropiadas del sellado de fondo es iniciar con una temperatura próxima a la de fusión del material en la barra. Si el material se pega al soporte de caucho o parte baja de la barra, tiene mucha presión de aplicación.

Si la película se levanta del soporte de caucho por la subida de la barra, ligeramente, el tiempo de sellado aproximadamente el correcto. Debemos optimizar la temperatura para tener un sello fuerte. También, para obtener un sello fuerte, debemos aplicar una presión de sellado consistente a todo lo ancho de la barra.

El problema más común en estos casos es la ondulación de la barra de sellado o su base a las diferentes temperaturas de sellado. Deben existir mecanismos de ajustes para ambos. No excederse de las temperaturas seguras de trabajo para el equipo. La mayoría de los equipos tienen barras de aluminio y pueden ondularse a temperaturas excesivamente altas. (*Sylva Pablo, 1998*).

2.4.5 Perforado.

El operador previo a comenzar el proceso ajusta la máquina para las medidas requeridas y ubica los rollos que va a perforar en el portarollos el cual esta conformado por cinco ejes o rodillos desbobinadores. Asegura los extremos con unos topes, evitando con esto que la película plástica se desalinie en el momento de desbobinar.

Luego de colocar los rollos, el operador coloca un contrapeso sobre los mismos con el propósito de que esto ayude a fijar la película al desbobinarla. Introduce las películas por los respectivos ejes o rodillos y los guía hasta fijarlas en la estrella envolvente en la que procede a embobinar la película. El operador antes de realizar esta actividad, programa un contador el cual indica el número de vueltas, haciéndolo en función del espesor de la película y del número de rollos, según los siguientes criterios:

- a) Si el espesor va desde 0.0003 a 0.0005 pulgadas y se trabaja con cinco rollos a la vez, el contador es programado a sesenta vueltas, obteniéndose así por

cada parada o corte 300 unidades; en este caso durante el proceso de embobinado, por cada veinte vueltas o cien fundas el Operador coloca una señal, la misma que sirve para que la persona que va a perforar sepa que por cada separación hay cien unidades.

- b) Si el espesor pasa de 0.0005 pulgadas, el contador se lo programa a cuarenta vueltas, y se obtiene 200 fundas por cada corte.

Cuando se ha completado el número de vueltas programadas, el embobinador se detiene automáticamente y el Operador procede a cortar las fundas con un cuchillo en forma manual y las coloca sobre una mesa. Una vez en la mesa, el Ayudante de operación coge cien fundas y las pasa por debajo de una barra perforadora, acciona la botonera de marcha y empieza a perforar.

A medida que el Ayudante perfora las fundas, las va doblando en paquetes de cien unidades y las empaca en sacos o bultos cuyo número de paquetes depende de las dimensiones y espesor de las fundas, generalmente van de

300 fundas (3 paquetes) hasta 500 fundas (5 paquetes) por bulto y procede a coser los sacos para luego estibarlos. *(Sylva Pablo, 1998)*.

2.5 Conclusiones.

Al finalizar este capítulo se ha cumplido con lo descrito en la introducción del mismo, dando un enfoque más detallado de la manera en la que se logra obtener fundas plásticas a partir del polietileno. Una vez finalizado este capítulo, se tiene una idea más clara de la empresa y el área en donde se implementara la mejora.

El siguiente capítulo tratará acerca de los lineamientos básicos que se debe seguir para la obtención de estándares de tiempo en cada cambio de trabajo en el proceso seleccionado.

CAPITULO 3

3. ESTUDIOS DE TIEMPOS

Introducción.

El presente capítulo trata acerca de los lineamientos a seguir para la obtención de estándares de tiempo en los cambios de trabajo del proceso de impresión de película de polietileno en la empresa EXPOPLAST C.A. La primera sección del capítulo comenzará con una definición del estudio de tiempos, en la siguiente sección se explicará la importancia del estudio de tiempos en la productividad. Las dos secciones posteriores detallaran cuales son los objetivos del estudio y la lista de equipos necesarios para el mismo. Finalmente, este capítulo presentará el procedimiento específico a seguir para la obtención de un óptimo estándar de tiempos.

3.1 Definición.

El estudio de tiempos puede definirse como el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quién trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, al estudio de métodos. (*Harold Maynard, 1996*).

3.2 Importancia del Estudio de Tiempos en la Productividad.

Muchas son las ocasiones en que Compañías Manufactureras de tamaño medio, como lo es Expoplast C.A., se enfrenta a problemas diversos, y muy especialmente en lo que respecta a la programación de la producción. Esto se debe a que no se posee un estándar definido de tiempo de producción en sus diversas secciones del proceso.

Cuando un cliente potencial envía las especificaciones para un pedido, la Compañía cotiza un precio competitivo para ese trabajo; y para hacer su oferta, esta, estima el costo de

manufactura, lo que a su vez requiere una estimación satisfactoria del tiempo que este producto requerirá del proceso de fabricación.

Una Compañía que no cuente con estas estimaciones de tiempo, para cada una de las operaciones realizadas en su planta, se encontrará en una posición desventajosa cuando pretenda cotizar trabajos futuros; pues son obvias las consecuencias de una mala cotización, ya sea alta o baja. Por consiguiente, es muy importante poder disponer de estimaciones de tiempo para operaciones individuales, a partir de las cuales se puede deducir el tiempo total de manufactura, para establecer el precio de un producto, no solamente cuando la producción es estandarizada, sino también para situaciones en las que se produce de acuerdo a las especificaciones indicadas por el cliente.

El Superintendente de Producción debe disponer de estimaciones razonablemente exactas de los tiempos para las diversas actividades de la planta, si es que quiere evitar que las máquinas estén ociosas durante mucho tiempo, y para que se puedan determinar y cumplir las fechas de entrega a los clientes. Estos

tiempos se hacen necesarios, para que los programadores puedan pronosticar satisfactoriamente los tiempos de llegada y salida de los trabajos en las máquinas, para planear la llegada de los materiales que se reciben y, por otra parte, mantener el orden.

Debido a que se requiere cierto tiempo para la adquisición de equipo de producción y trabajadores con la habilidad requerida, es conveniente que los programadores estén en la posición de poder predecir las necesidades de equipo y mano de obra, basándose en pronósticos de producción a largo plazo. Las predicciones de las horas-hombre y horas-máquinas necesarias en el futuro, se obtienen a partir de las estimaciones de los tiempos para las operaciones, y de los volúmenes de producción previstos para períodos futuros.

3.3 Objetivos.

3.3.1 Objetivos Generales.

Los objetivos principales que se pretenden obtener al aplicar el estudio de tiempos, en general, son aumentar la productividad y reducir el costo por unidad.

3.3.2 Objetivos Específicos.

- Estandarización de los tiempos en cada cambio de trabajo en la área de impresión de película de polietileno.
- Cooperar con la Empresa en su propósito de mejorar la Calidad Total en los productos fabricados, mediante la implantación de la Norma ISO 9002, ya que un buen estándar da fuerza a la calidad, brinda un mejor cumplimiento de las especificaciones de ingeniería y hace que los clientes queden satisfechos con el nivel de calidad alcanzado.
- Mediante esta técnica de estudio de tiempos se pretende estandarizar con el método actual los tiempos de preparación en el área del proceso en estudio, comparando este estándar con el logrado una vez se implante el SISTEMA SMED en el área seleccionada.

3.4 Ventajas y Desventajas encontradas al Aplicar un Estudio de Tiempos.

Ventajas:

- Es el único método que efectivamente mide y registra el tiempo real empleado por el operario en cada cambio de trabajo.

- Es más probable que comprenda aquellos elementos que ocurren menos de una vez por ciclo.
- Proporciona rápidamente valores exactos para elementos controlados por máquina.
- Es relativamente sencillo de aprender y explicar.

Desventajas:

- Requiere la calificación o evaluación de la actuación del trabajador.
- No obliga a seguir un registro detallado del método total que se emplea, incluyendo la distribución de equipo en el lugar de trabajo, los patrones de movimiento, la condición de los materiales, las herramientas, etc.
- Basa el estándar en una muestra pequeña, puesto que es determinado por un analista que estudia a un solo operario que utiliza un solo método. (**Benjamín Niebel, 1996**).

3.5 Equipos para el Estudio de Tiempos.

Harold Maynard, refiriéndose a la ejecución de estudio de tiempos recomienda los siguientes equipos:

1. Cronómetro para estudio de tiempos.
2. Tablero de apoyo con sujetador.
3. Formato para el estudio de tiempos⁶.
4. Lápiz y borrador.
5. Cinta métrica, regla o micrómetro.
6. Calculadora o computadora personal.

3.6 Procedimiento General para un Estudio de Tiempos.

3.6.1 Pasos Preliminares

Selección del Operario

Se procede a revisar el trabajo en operación, con ayuda del Supervisor y el Observador de Tiempos, los mismos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario

⁶ El formato diseñado para Estudio de Tiempos y utilizado en el proceso de impresión de película plástica en la empresa EXPOPLAST C.A., se detalla al final de la Tesis en el Apéndice B.

poco experto o con uno altamente calificado. Con el operario medio se facilita la aplicación de un factor de actuación correcto. **(Benjamín Niebel, 1996).**

Verificar el método, equipo, calidad y condiciones

Comprobar que el método, distribución, equipo, calidad y condiciones de los materiales que entran y salen son los óptimos para satisfacer las especificaciones del producto. El Observador debe ser abierto y no ocultar nada, es decir debe estar familiarizado con la operación. El Observador debe permanecer a un lado del operario evitando distraerlo por su presencia. **(Velásquez Mastretta, 1982).**

Registro de Información significativa

Anotar toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, planillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del Observador de tiempos. **(Benjamín Niebel, 1996).**

Desglosar el ciclo de trabajo en sus diferentes elementos.

Para los propósitos del estudio de tiempos, el trabajo desempeñado por el operario se divide en elementos. Un elemento es una parte constitutiva y propia de una actividad o tarea específica. Puede consistir en uno o varios movimientos fundamentales y/o de actividades de máquina o del proceso, seleccionadas porque convienen a la observación y a la medición. Dividir el trabajo en elementos, hace que sea posible:

- Valorar el desempeño con más exactitud.
- Determinar cambios en los elementos de trabajo o en la secuencia de los mismos cuando se tengan que revisar los estándares en el futuro.
- Crear valores de tiempo estándar para elementos frecuentemente recurrentes; éstos pueden verificarse contra datos existentes, lo cual ayuda a mantener la consistencia de los datos.
- Identificar el trabajo no productivo. (**Harold Maynard, 1996**).

Las reglas básicas para la selección de elementos son:

1. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los de ejecución manual.
3. No combinar constantes con variables, definiéndose como *elementos constantes* aquellos en los que el tiempo del elemento no varía significativamente entre los trabajos de una misma clase y como *elementos variables* aquellos en los que el tiempo varía según las características del producto, equipo o proceso (como el peso, tamaño o material) dentro de una misma clase de trabajo.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

6. Los elementos extraños e irregulares deben separarse de los repetitivos, ya que estos cubren puntos tales como errores e inactividad.
7. Los operarios deben seguir las secuencias de trabajo acordado.

El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (breaking point). La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. (*Benjamín Niebel, 1996*).

3.6.2 Medición de los tiempos y dificultades encontradas.

Toma de tiempos

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio, las cuales son: El método continuo y la técnica de regresos a cero.

En el *método continuo* se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se

lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. (**Benjamín Niebel, 1996**).

Ventajas

- Fácil de enseñar.
- Da el tiempo total.
- Los empleados se sienten más seguros de que se incluyeron todos los elementos.

Desventajas

- Las variaciones del operario en la secuencia de elementos ocasionan confusiones.
- Los elementos irregulares (no ocurren en cada ciclo), ocasionan confusión.
- Las demoras ocasionan confusión.
- Más cálculos, dado que se necesitan hacer restas para obtener el tiempo de cada elemento.
- Variaciones en los tiempos de los elementos no son fáciles de distinguir. (**Harold Maynard, 1996**).

En la *técnica de regresos a cero* el cronómetro se lee en la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se devuelven a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio. **(Benjamín Niebel, 1996).**

Ventajas

- Bueno para ciclos irregulares.
- No lo afectan las demoras.
- Ahorra cálculos al no tener que hacer restas sucesivas.
- Las variaciones en los tiempos de los elementos son fácilmente distinguibles.

Desventajas

- Más susceptible al error humano.
- Operarios y Supervisores menos seguros de que estén incluidos todos los elementos.

- Operarios y Supervisores se acostumbran a comparar los tiempos de los ciclos en vez de los tiempos de los elementos. (**Harold Maynard, 1996**).

Dificultades encontradas

El observador, durante el estudio efectuado, encontrará variaciones en la sucesión o secuencia de los elementos que estableció originalmente y, en ocasiones, a él mismo le pasarán inadvertidos algunos puntos terminales específicos.

Otra variación con la cual puede encontrarse el observador es la ejecución de los elementos fuera de orden. Esto puede suceder muy frecuentemente cuando se estudia a un trabajador nuevo o inexperto que lleva a cabo un trabajo de ciclo largo formado de muchos elementos. Para evitar este tipo de problemas lo más posible debe estudiarse un operario competente y experimentado.

Además, durante el estudio de tiempos un operario quizá encuentre retrasos inevitables como la interrupción ocasionada por un empleado de oficina, por el Supervisor o por una herramienta que se rompe. Más aún, el operario puede ocasionar intencionalmente un cambio en el orden para ir a tomar agua o tomar un descanso. A esta clase de interrupciones se les llama "elementos extraños". Estos elementos pueden ocurrir en el punto terminal o durante el desarrollo de un elemento.

La investigación revela algunas veces que elementos que se tratarían como extraños tienen una relación definida con el trabajo que está siendo estudiado.

En tales casos, los elementos deberán considerarse como irregulares, y el tiempo transcurrido debe ser nivelado, añadiéndose la tolerancia o margen apropiado, y prorrateándose el resultado adecuadamente en el tiempo del ciclo para lograr un estándar correcto. (**Benjamín Niebel, 1996**).

3.6.3 Procesar los Datos.

Obtención de la Muestra Representativa.

Para obtener una muestra representativa de los tiempos correspondientes a cada elemento y a todo el ciclo en conjunto, el método más comúnmente aceptado consiste en relacionar el tiempo del ciclo en minutos con el número de ciclos recomendado, esta relación fue tabulada en la TABLA II, al final de la tesis, por la General Electric Co., y sirve como guía para determinar el número de ciclos que deben observarse. **(García Criollo, 1998)**

Calificación de la actuación del operario.

Antes de que el observador de tiempos abandone el área de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa de la actuación del operario. Se recomienda aplicar una calificación a todo el estudio cuando se trata de ciclos cortos de trabajo repetitivo. Sin embargo, cuando los elementos son largos y comprenden movimientos manuales diversos, es más práctico evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre durante el estudio.

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el observador evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario "normal" que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se la expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al elemento observado.

Un operario "normal" se define como un obrero preparado, altamente calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en el área de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio. Para hacer una buena labor de calificación el analista de tiempos debe despojarse de todo prejuicio y apreciación personal, y de cualquier otro factor variable, y solamente tomar en consideración la cantidad de trabajo que haría el trabajador normal.

Método de Calificación: Sistema Westinghouse

Uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la

Westinghouse Electric Corporation. En este método se consideran cuatro factores de evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema. La TABLA III ilustra las características de los diversos grados de habilidad juntamente con sus valores numéricos equivalentes, que va desde más 15%, para los individuos superhábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad.

TABLA III

HABILIDAD O DESTREZA

+0.15	.....	A1	EXTREMA
+0.13	.....	A2	EXTREMA
+0.11	.....	B1	EXCELENTE
+0.08	.....	B2	EXCELENTE
+0.06	.....	C1	BUENA
+0.03	.....	C2	BUENA
0.00	.....	D	REGULAR
-0.05	.....	E1	ACEPTABLE
-0.10	.....	E2	ACEPTABLE
-0.16	.....	F1	DEFICIENTE
-0.22	.....	F2	DEFICIENTE

El esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador de tiempos debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad.

Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente un valor de menos 17%. La TABLA IV da los valores numéricos para los diferentes grados de esfuerzo y describe también las características de las diversas categorías.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la

temperatura en una área del proceso dada fuera de 17°C (60° F) mientras que generalmente se mantiene en 20° a 23°C (68° a 74° F), las condiciones se considerarían debajo de lo normal.

TABLA IV

ESFUERZO O EMPEÑO

+0.13	.....	A1	EXCESIVO
+0.12	.....	A2	EXCESIVO
+0.10	.....	B1	EXCELENTE
+0.08	.....	B2	EXCELENTE
+0.05	.....	C1	BUENO
+0.02	.....	C2	BUENO
0.00	.....	D	REGULAR
-0.04	.....	E1	ACEPTABLE
-0.08	.....	E2	ACEPTABLE
-0.12	.....	F1	DEFICIENTE
-0.17	.....	F2	DEFICIENTE

Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas condiciones "de estado general" se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes. La TABLA V da los valores respectivos para estas condiciones.

TABLA V

CONDICIONES

+0.06	.....	A	IDEALES
+0.04	.....	B	EXCELENTES
+0.02	.....	C	BUENAS
0.00	.....	D	REGULARES
-0.03	.....	E	ACEPTABLES
-0.07	.....	F	DEFICIENTES

El último de los cuatro factores que influyen en la actuación es la consistencia del operario. Los valores de tiempo que se repiten constantemente indican consistencia perfecta. Los elementos mecánicamente controlados tendrán, como es comprensible una consistencia de valores casi perfecta. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelentes, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores. La TABLA VI resume lo anterior.

TABLA VI

CONSISTENCIA

+0.04	A PERFECTA
+0.03	B EXCELENTE
+0.01	C BUENA
0.00	D REGULAR
-0.02	E ACEPTABLE
-0.04	F DEFICIENTE

Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad. El factor de actuación se aplica sólo a los elementos, ejecutados manualmente; todos los elementos controlados por máquinas se califican con 1.00. (**Benjamín Niebel, 1996**).

Aplicación de márgenes o tolerancia

Sería imposible que un operario mantuviese el mismo ritmo en cada minuto de trabajo del día, como también sería imposible que en un partido de fútbol hubiera 60 minutos de juego continuo. Hay tres clases de interrupciones que se presentan ocasionalmente, que hay que compensar con tiempo adicional. La primera clase son las interrupciones personales, como idas al servicio sanitario o a tomar agua; la segunda es la fatiga, que, como se sabe, afecta al trabajador más fuerte, aun cuando efectúe el trabajo de tipo más ligero. Por último, hay algunos retrasos inevitables

(demoras varias), para los cuales hay que conceder ciertas tolerancias, como ruptura de las herramientas, interrupciones por el supervisor y ligeros tropiezos con los útiles de trabajo.

Para llegar a un estándar justo para un operario normal que labore con un esfuerzo de tipo medio, debe incorporarse cierto margen o tolerancia al tiempo nivelado o tiempo base, ya que el estudio de tiempos se lleva a cabo en un periodo relativamente corto y hay que eliminar los elementos extraños al determinar el tiempo normal. **(Benjamín Niebel, 1996).**

El porcentaje acostumbrado de tolerancias es como sigue:

- Necesidades personales: 3 a 5%.
- Fatiga: 3 a 5%.
- Demoras varias: 3 a 5%.

Lo que da un rango total del 9 al 15%. No hay reglas fijas o guías sobre los porcentajes, sólo hábitos y tradiciones. Las

siguientes reglas deben seguirse en el cálculo de tolerancias:

- Las tolerancias por *necesidades personales y demoras varias* se pueden calcular con facilidad, tomando el número de recesos para descanso a fin de conocer el tiempo permitido y convertirlo en un porcentaje.
- La tolerancia por fatiga es el único porcentaje que no se puede determinar por observación, por lo que la recomendación general es que se usen las tolerancias para los tres aspectos en un porcentaje combinado. **(Harold Maynard, 1996).**

Cálculo del Estudio

Los pasos a seguir para el cálculo del estudio son:

1. En el método continuo para obtener los tiempos elementales transcurridos, restar las lecturas consecutivas y anotarlas con color rojo. En el método de regresos a cero restar lecturas consecutivas para obtener los tiempos elementales y multiplicar su factor

de calificación para obtener el tiempo normal de cada elemento, registrándolo con rojo en la columna "T".

2. Encerrar en un círculo y descartar todos los valores anormales o con anomalías siempre que pueda atribuírseles una causa evidente.
3. Resumir los valores elementales restantes.
4. Determinar el valor medio de los valores observados para cada elemento.
5. Calcular el tiempo normal elemental, multiplicando el factor de actuación (o de eficiencia) por el tiempo medio transcurrido.
6. Sumar la tolerancia apropiada a los valores normales elementales para obtener los tiempos elementales permitidos. (**Benjamín Niebel, 1996**).

3.7 Conclusiones

El finalizar el capítulo se ha revisado las prácticas y principios básicos para establecer estándares cronometrados justos y consistentes. Es importante recordar que este tipo de estudios se lo debe manejar con gran responsabilidad ya que de él depende la programación de la producción futura.

Para que un estudio de tiempos funcione sin tropiezos requiere considerable planeación y comunicación eficaz por parte de todos los miembros de una empresa. Todos los niveles directivos y los trabajadores deben mantenerse informados acerca del avance de la implantación y de la mecánica del estudio. Es importante que se realice seguimiento de la continuidad de los métodos propuestos para el mejoramiento de los estándares.

El siguiente capítulo tratará acerca de la filosofía del Sistema SMED, y se identificarán sus cuatro fases conceptuales.

CAPITULO 4

4. SISTEMA SMED

Introducción.

Una vez conocida la secuencia de pasos básicos que se debe seguir para la obtención del tiempo estándar de una operación, se procederá a dar los lineamientos necesarios para la aplicación del Sistema SMED.

El presente capítulo esta conformado por tres secciones, la primera de ellas trata acerca de los fundamentos del SMED, en el cual, se relata la historia del sistema, luego se describen los pasos básicos a seguir en el procedimiento de preparación y posteriormente se analizarán las etapas conceptuales para la mejora de los cambios de trabajo. En la siguiente sección se desarrollarán las técnicas para aplicar el SMED y en la última sección se procederá a indicar los efectos que se producen al adoptar al SMED como sistema de mejora continua.

4.1 Fundamentos del SMED

4.1.1 Historia del SMED

El sistema SMED fue descubierto por el Ingeniero Mecánico Shigeo Shingo de la Japan Management Association, en el año de 1950, cuando analizando los trabajos de prensa en Toyo Kogyo, percibe que una operación de cambio de trabajo ésta compuesta de preparación interna o cambio de trabajo interno (CTI) y preparación externa o cambio de trabajo externo (CTE).

Al clasificar la secuencia de actividades pertenecientes al cambio de trabajo en CTI y CTE, logró un porcentaje de eficiencia del 50% en la máquina, eliminando con esto cuellos de botellas generados por acumulación de lotes entrantes del proceso anterior.

En el verano de 1957, al encomendarcele un estudio de producción en los astilleros de Mitsubishi Heavy Industries en Hiroshima, llegó a la conclusión de que para elevar la eficiencia del mecanizado de una cepilladora de bastidores de motores, se necesitaba construir una mesa auxiliar para

los cambios de trabajo, en la cual logra realizar las operaciones de preparación anticipadamente e intercambia mesas al pasar de un lote al siguiente. Esto duplica la tasa de operación por la reducción significativa en la cantidad de tiempo; y, saca a la luz un elemento conceptual decisivo del SMED, esto es, la transformación del CTI en CTE.

En 1969, visita el taller de carrocerías en la planta principal de Toyota Motor Company y se le comenta que una prensa de 1000 toneladas requería cuatro horas para el cambio de trabajo y preparación, con lo que emprendió el reto de disminuir ese "set up" en cada cambio de trabajo; y, lo logra disminuir a la mitad del tiempo.

Por lo conseguido, pronto se le pide por la dirección de Toyota que reduzca el tiempo de cambio de trabajo a tres minutos, y en una rápida intuición piensa en la transformación de la CTI en CTE. Con esto, se crea una técnica para conseguir el SMED.

Usando este nuevo concepto fue capaz junto con su equipo de trabajo, alcanzar el objetivo de tres minutos después de tres meses.

Con la esperanza de que cualquier preparación podría realizarse en menos de 10 minutos, bautizó a este concepto como "Cambio de Trabajo en Menos de 10 Minutos", o SMED siglas inglesas de "Single-Minute Exchange of Die".

El Sistema SMED es una aproximación científica a la reducción del tiempo de preparación de máquinas que puede ser aplicado en cualquier fábrica y a cualquier máquina. El SMED fue adoptado más tarde por todas las fabricas de Toyota; y, su utilización se ha extendido ahora a compañías por todo Japón y el mundo. (**Shigeo Shingo, 1993**).

4.1.2 Pasos Básicos en el procedimiento de preparación

Existen dos estrategias que son generalmente utilizadas por cualquier tipo de industria para la manufactura de sus productos, las cuales se denominan Make-to-Order y

Make-to-Stock, siendo la primera utilizada cuando se trabaja por especificaciones del cliente y bajo pedido; y, la segunda cuando se produce anticipadamente y se almacena el producto terminado, sin necesidad de una orden de pedido previa.

Sin embargo, sin importar cual sea la estrategia utilizada para manufacturar un producto, generalmente se piensa que los procedimientos de preparación son muy variados, dependiendo del tipo de preparación y del tipo de equipo empleado.

Por otro lado, si se analiza esos procedimientos desde un punto de vista diferente se puede observar que todas las actividades que conforman dichos procedimientos comprenden una determinada secuencia.

Por lo general, la distribución de tiempos empleado en un cambio de trabajo tradicional siguiendo una secuencia de actividades específicas se resume en la TABLA VII.

TABLA VII

**ACTIVIDADES EN UN PROCESO DE PREPARACIÓN DE
MÁQUINAS**

Actividades	Proporción de tiempo
• Preparación, ajuste post-proceso, comprobación de materiales, etc.	30 %
• Montaje y desmontaje de piezas, herramientas, etc.	5 %
• Medidas, montajes y calibraciones.	15 %
• Pruebas y ajustes.	50 %

Preparación, ajuste post-proceso, comprobación de materiales, herramientas, etc.: Esta primera actividad sirve para asegurar que todos los componentes y herramientas estén en el lugar correcto y funcionando en óptimas condiciones. También se incluye en este paso el periodo en el cual todos ellos, tras el anterior proceso, se retiran y guardan, la limpieza de la maquinaria, etc.

Montaje y desmontaje de piezas, herramientas, etc.: Se incluye en esta actividad la retirada de piezas y herramientas después de terminado un lote, y la colocación de las piezas de montaje para el siguiente trabajo.

Medidas, montajes y calibraciones: Esta actividad comprende todas las medidas y calibraciones necesarias para realizar una operación de producción tales como centrado, dimensionado, medición de presión y temperatura, etc.

Pruebas y ajustes: En estas actividades, los ajustes se realizan tras realizar una pieza de prueba. Los ajustes serán más rápidos si existe una buena precisión de las medidas y calibraciones de la actividad anterior. La frecuencia y duración de las pruebas y ajustes dependen de la habilidad del encargado de realizar la preparación. La mayor dificultad de una operación de preparación estriba en el correcto ajuste del equipo, y la gran proporción del tiempo empleado en las pruebas deriva de los problemas de ajuste. Si queremos facilitar y reducir las pruebas y ajustes,

el procedimiento más efectivo es incrementar la precisión de las mediciones y calibraciones realizadas en la etapa precedente. **Shigeo Shingo (1993)**.

4.1.3 Mejora de la preparación: Etapas conceptuales

Etapas preliminares: *No están diferenciadas las preparaciones interna y externa.*

En las operaciones de cambio de trabajo tradicionales, la preparación que puede realizarse externamente se realiza internamente, permaneciendo, como consecuencia, las máquinas paradas, durante grandes periodos de tiempo. Al planificar la implementación del sistema SMED es muy importante estudiar en detalle las condiciones reales de la fábrica. Esto se puede lograr optando por uno de los siguientes métodos:

Análisis de producción continuo.

Este tipo de análisis se lo lleva a cabo con un cronómetro (estudio de tiempos). Este análisis fue realizado en el capítulo anterior y servirá como punto de partida para la

implementación del sistema SMED, en el área de impresión flexográfica de la empresa Expoplast-Favorita Fruit Corp.

Estudio de trabajo por muestras.

El problema que plantea esta opción es que las muestras sólo son precisas con procesos muy repetitivos. El estudio puede no ser válido si sólo se repiten unas pocas acciones.

Entrevistas a los trabajadores.

Se realiza una lluvia de ideas con el grupo de trabajadores involucrados en el área de implementación para que aporten con ideas útiles en la aplicación del sistema.

Grabación en vídeo.

Es extremadamente efectivo si el vídeo se muestra a los trabajadores inmediatamente después de terminar la operación. Si se les presta la oportunidad de expresar sus opiniones, a menudo aparecerán ideas y matices útiles que en muchas ocasiones se pueden aplicar inmediatamente.

Shigeo Shingo (1993).

1.^a Etapa: *Separación de la preparación interna y externa.*

Para la implantación del sistema SMED uno de los pasos más importantes es saber diferenciar entre CTI y CTE. Muchos Gerentes de Producción opinan que ciertas actividades tales como la preparación de piezas, el mantenimiento de las piezas y herramientas; y, operaciones análogas no se deben realizar mientras la máquina esta parada, pero sorprendentemente, esto ocurre con frecuencia.

Si se diera el caso de que se optimizará el método de trabajo en cada cambio de trabajo; y, la mayor parte posible de la operación de preparación se tratara como externa, el tiempo necesario para el cambio de trabajo interno, se reducirá usualmente entre un 30 y un 50 %. **Shigeo Shingo (1993).**

2.^a Etapa: *Convertir la preparación interna en externa.*

Esta etapa esta basada en dos conceptos importantes:

- Reevaluación de operaciones para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos.

Algunas operaciones que ahora se llevan a cabo como preparación interna pueden a menudo ser convertidas en externas al examinar su verdadera función. Es extremadamente importante adoptar nuevos puntos de vista que no estén influenciados por viejas costumbres y paradigmas. **Shigeo Shingo (1993)**.

3.ª Etapa: *Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.*

Aunque el nivel de los diez minutos se puede alcanzar algunas veces simplemente convirtiendo la preparación interna en externa, no es así en la mayoría de los casos. Esta es la razón por la cual se debe concretar esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen la preparación interna y

externa. Consecuentemente, la tercera etapa necesitará un análisis detallado de cada operación elemental.

Las etapas segunda y tercera no necesitan ser llevadas a cabo en ese orden, pudiendo ser prácticamente simultáneas, el motivo por el cual se las separa es por presentar un mejor enfoque en la incorporación de dos conceptos diferentes: análisis y realización. **Shigeo Shingo (1993)**.

4.2 Técnicas para aplicar el Sistema SMED

Una vez conocidos los conceptos involucrados en la mejora de la preparación, se continuará con la revisión de algunas técnicas para cada una de las fases conceptuales.

Fase preliminar: *No están diferenciadas las preparaciones interna y externa.*

Cuando se realizan operaciones de cambio de trabajo tradicionales se incurre generalmente en las siguientes pérdidas de tiempo:

- Los productos terminados se transportan al almacén; o, el siguiente lote de materia prima se trae desde el Stock después de terminar el lote. Se pierde un tiempo precioso al estar la máquina parada durante el transporte.
- Las cuchillas y matrices, por ejemplo, se entregan después de que la preparación interna a comenzado, o una pieza defectuosa se descubre tras el montaje y pruebas. Como resultado, se pierde tiempo en retirar la pieza defectuosa y empezar el proceso de nuevo. Como en el caso anterior, la pérdida de tiempo innecesaria se puede producir después del proceso: las partes que ya no se necesitan se transportan al cuarto de herramientas con la máquina todavía sin funcionar.
- En lo que a calibres y plantillas se refiere, una plantilla puede ser remplazada porque no tiene la precisión necesaria y necesita ser reparada; los tornillos no aparecen; una tuerca aprieta demasiado o no aparecen tacos de determinado espesor.

Existen muchas otras razones en las que los errores, la falta de disponibilidad o la verificación inadecuada del equipo, producen retrasos en las operaciones de cambios de trabajo, esto se debe a que los gerentes de producción no han dedicado su tiempo y

conocimiento al análisis de las operaciones de preparación, dejando esta tarea a la destreza y habilidad de los trabajadores. Esta es una de las razones por las cuales no se han producido progresos en las operaciones de cambios de trabajo. **Shigeo Shingo (1993).**

1.ª Etapa: *Separación de las preparaciones interna y externa.*

Las siguientes son técnicas muy efectivas para asegurar que las operaciones que se pueden realizar externamente se efectúen, de hecho, cuando la máquina este en marcha.

Empleo de una lista de comprobación.

Se procede a realizar una lista de comprobación con toda la secuencia de actividades y partes necesarias en una operación, incluyendo:

- Nombres de las piezas.
- Especificaciones del cliente.
- Clasificación de las piezas con las cantidades a utilizar.
- Tolerancias de los parámetros técnicos según el producto a fabricar.
- Número de rodillos porta clisés a utilizar, etc.

Teniendo como base esta lista de comprobación se podrá asegurar que no se presenten errores en las condiciones de operación, con lo cual, se evitará muchos errores y pruebas que hacen perder el tiempo.

Hay que recalcar que las listas de comprobación deben estructurarse para cada sección individual del proceso, y no, una única lista para toda la fábrica. Si esto sucede, las listas pueden resultar confusas, tienden a hacer perder tiempo y, consecuentemente, con frecuencia se ignoran.

Realización de comprobaciones funcionales.

La lista de comprobación es útil para verificar que todas las cosas están donde deberían estar, pero no nos dice si se encuentran en perfecto estado de funcionamiento. Por lo tanto, será necesario, durante la preparación externa, realizar comprobaciones funcionales.

Los fallos producidos en esto conducirán inevitablemente a retrasos en la preparación interna, cuando se descubra que tal calibre no funciona adecuadamente o tal plantilla no es precisa.

Un problema frecuente son las reparaciones anticipadas que se demora más de lo previsto, y la operación comienza antes de que se termine la reparación.

Cuando el resultado son piezas defectuosas, la misma se retira apresuradamente y se realizan nuevas reparaciones, interrumpiendo la producción. Es importante siempre, terminar las reparaciones antes de empezar la preparación interna.

Mejora del transporte de herramientas y de otras piezas.

Las partes han de transportarse desde el almacén hasta las máquinas, y devueltas al almacén una vez que se termina un lote. Todo esto debe llevarse a cabo como procedimiento externo, realizado por el propio operador mientras la máquina funciona automáticamente, o bien por otro empleado asignado al transporte. **Shigeo Shingo (1993).**

2.^a Etapa: *Convertir la preparación interna en externa.*

Comprende la preparación anticipada de las condiciones de operación, los siguientes casos que se presentan a continuación sirven para ilustrar este método:

Caso1: Pruebas en máquinas de fundición.

Las pruebas se llevan usualmente a cabo como parte de la preparación internas de las máquinas de fundición. Los moldes fijos se fijan a la máquina y se calientan gradualmente hasta la temperatura adecuada inyectando metal fundido. De esta forma se consigue la primera colada. Como el material inyectado durante el proceso de calentamiento produce coladas defectuosas, las piezas de la primera colada tendrán que ser remoldeadas.

Si se utilizara gas o energía eléctrica para precalentar el molde, se obtendría buenas coladas desde la primera inyección en el molde montado y precalentado. Este método puede reducir, en términos generales, el tiempo de preparación interna en treinta minutos. Además de incrementar la productividad, reduciremos el número de coladas defectuosas que se necesitarán por remoldeadas. En una instalación de fundición, se construyó una rejilla especial sobre la parte superior de un horno suspendido que estaba al lado de la máquina de colada.

Los modelos que iban a ser empleados en la operación siguiente eran precalentados por el calor disipado por el horno suspendido.

El único gasto en que incurrió la empresa fue la construcción de una rejilla lo suficientemente resistente como para soportar los moldes. (*Shigeo Shingo, 1995*).

Caso 2: Precaentado de moldes en una gran máquina de moldeado de plásticos.

Como en el caso anterior, los moldes se precalentaban inyectando resina fundida. El precalentamiento de un molde con un calentador eléctrico antes de fijarlo a la máquina hizo posible la consecución de productos de calidad desde el principio de cada lote. El tiempo de preparación y las inyecciones de prueba se redujeron.

Con resinas, al igual que con metales, los productos defectuosos pueden reutilizarse, pero esto no es satisfactorio, porque conduce a un deterioro de la calidad. Siempre es preferible producir piezas de calidad desde el principio y evitar la producción de artículos por debajo del estándar.

En otro caso, los moldes de una máquina de moldeado de plásticos de medio tamaño eran precalentados pasando agua caliente a través de un tubo térmico. Se acercó a los moldes un

generador de vapor móvil para producir agua caliente. (**Shigeo Shingo, 1995**).

Caso 3: Colocación de las brocas en un torno.

Anteriormente las brocas se fijaban directamente al portaherramientas a la vez que se realizaban otras operaciones, tales como fijar y alinear las alturas de corte o los empujes de las cuchillas.

La situación se mejoró diseñando un casquillo rectangular estandarizado al cual se fija la broca en preparación externa. Con el empleo de un calibre de aguja, el centrado en altura se puede fijar sin precisión y medir correctamente la voladura de la cuchilla.

Cuando comienza una nueva operación, el centrado y dimensiones se llevan a cabo de un golpe, simplemente empujando el casquillo rectangular contra la superficie del portaherramientas. La colocación de las brocas es ahora una operación sencilla y se puede llevar a cabo en poco tiempo.

(Shigeo Shingo, 1995).

Caso 4: Posicionamiento de lavadoras.

En un proceso automático de lavadoras se instalaban topes de posicionamiento en el palet sobre el que se iban colocando las lavadoras, topes que había que cambiar siempre que se variaba de modelo de lavadora (existían cuatro modelos distintos).

La operación se modificó colocando en las esquinas del palet cuatro topes a los que se hacía girar automáticamente antes de iniciar el montaje (Figura 4.1). Debido a que la anchura y profundidad eran diferentes en cada modelo, los topes giratorios se construyeron con las muescas correspondientes a estas diferencias.

Los topes podían ser rotados fácilmente hasta la posición correcta. Esta modificación convirtió la preparación en algo sencillo, eliminando la necesidad de trabajo humano. Se adoptó la producción de pequeños lotes, sin que aparecieran problemas por el mayor número de preparaciones necesarias. (**Domínguez Machuca, 1995**).

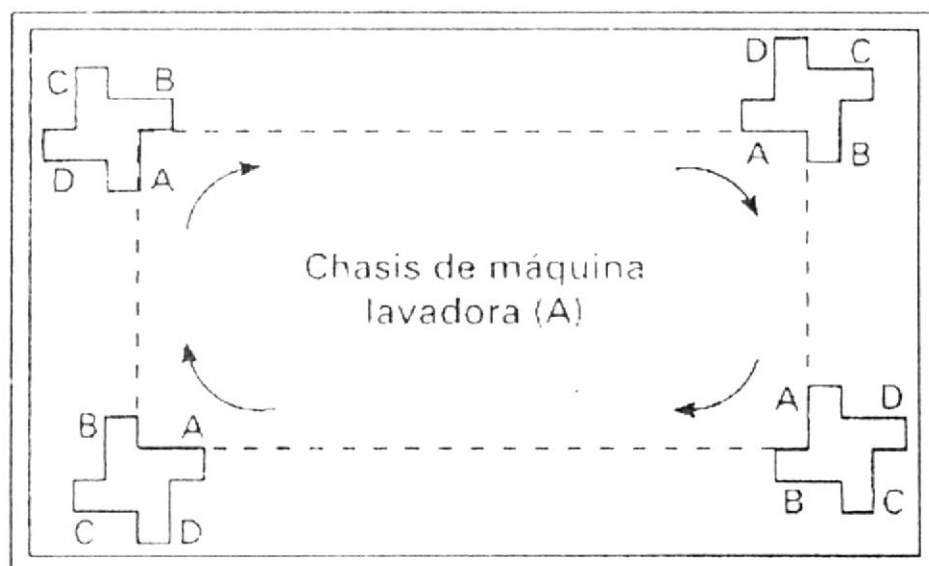


FIGURA 4.1. POSICIONAMIENTO DE CHASIS DE MÁQUINAS LAVADORAS.

Caso 5: Instalación de interruptores en máquina moldeadora.

Una máquina moldeadora requería diferentes recorridos de prensa, según el troquel utilizado, para cada uno de los cinco modelos de producto fabricados. El cambio de posición de un interruptor era el que marcaba la longitud del recorrido, por lo que era necesario ajustarlo hasta encontrar la posición correcta. Esta labor de ajuste siempre era una operación necesaria.

En este caso, se instalaron cinco interruptores en lugar de uno solo para las cinco posiciones (Figura 4.2), haciendo además que una sola pulsación de la corriente eléctrica circulase hasta el interruptor necesario en cada momento. Con ello se eliminó completamente la necesidad de ajuste. (*Monden, 1987*).

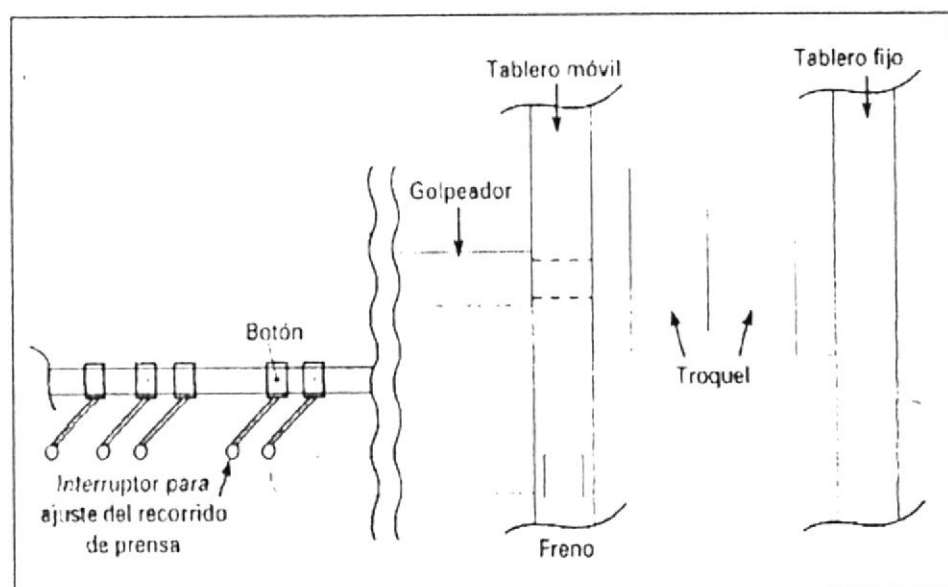


FIGURA 4.2. LA COLOCACIÓN DE INTERRUPTORES EN UNA PRENSA ELIMINA LA NECESIDAD DE AJUSTE.

Caso 6: Un contenedor temporal de stock de alambre de rollo.

En este ejemplo, referido a una prensa de tipo progresivo, una carretilla elevadora traía cada rollo de alambre y lo colocaba cuando el anterior se había terminado. Sin embargo un insuficiente

número de carretillas elevadores producía frecuentes retrasos, esperando la llegada de las materias primas.

La solución fue construir un contenedor de bobinas (Figura 4.2) en el cual se mantenía el siguiente rollo de alambre, listo para ser procesado. Al terminar el procesado de un rollo, el trabajador empujaba el siguiente desde el contenedor hasta su posición correcta. No se despilfarraba tiempo alguno en la espera. (*Shigeo Shingo, 1995*).

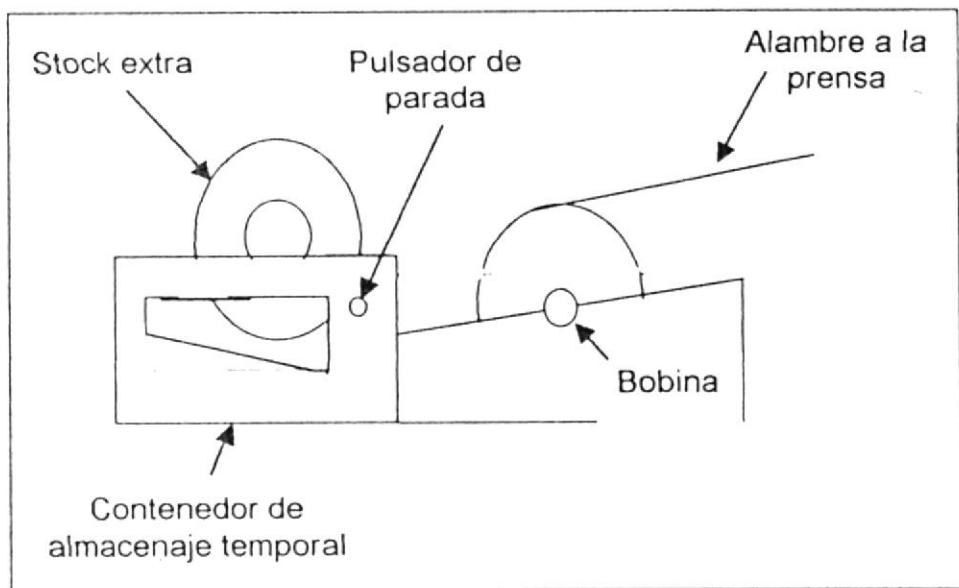


FIGURA 4.3. CONTENEDOR DE ALMACENAJE TEMPORAL DE BOBINAS.

Caso 7: Estandarización de funciones

Cualquier persona puede apreciar las ventajas de la estandarización de las operaciones de preparación. Una forma de alcanzar esto sería estandarizar los tamaños y dimensiones de todas las herramientas y partes de las máquinas, pero este método, denominado estandarización de formas, es despilfarrador: las herramientas y piezas se hacen mayores para acomodarse a los tamaños mayores necesarios; y, los costes suben.

En contraste, la estandarización de funciones requiere estandarizar sólo aquellas piezas cuyas funciones son necesarias desde el punto de vista de las operaciones de preparación. Con esta filosofía, las herramientas y piezas no necesitan ser mayores ni más sofisticadas, y los costes se elevan sólo moderadamente. Para llevar a cabo la estandarización de funciones, estas se analizan y consideran una por una. Las operaciones se descomponen en sus elementos básicos, como, por ejemplo, bloquear, centrar, dimensionar, soltar, amarrar y mantener cargas.

El Gerente de Producción ha de decidir cuáles de esas operaciones han de ser estandarizadas y debe distinguir entre

piezas que deben ser estandarizadas y piezas que necesitan cambios.

La forma más rápida de reemplazar algo es, por supuesto, no sustituir nada. Por ejemplo, una barra de avance de una prensa de transferencia lleva a cabo tres operaciones:

- Sujeta el objeto.
- Traslada el objeto al siguiente proceso.
- Vuelve la barra de avance a su posición original.

En este caso, sólo la función de amarre o sujeción debe cambiar de acuerdo con la forma, dimensiones y calidad del objeto que se está manipulando: no hay necesidad de reemplazar la barra de *avance completa*.

De la misma forma, el mecanismo de retirada de piezas de trabajo de una prensa grande puede requerir cambios que afecten al diseño de la garra, que sujeta la pieza, y a la longitud de la barra de *extracción*, que la *retira*.

En resumen, la estandarización requiere análisis de las funciones de cada pieza de los aparatos, elemento a elemento, y el remplazo del menor número posible de piezas. **(Shigeo Shingo, 1995).**

3.^a Etapa: *Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.*

Una vez concluidas las etapas antes descritas, se puede proceder a realizar mejoras en las operaciones elementales de preparación. Dicha mejora se puede lograr mediante el apoyo de medios de transporte tales como cintas o bandas transportadores, logrando con esto acercar más rápidamente los útiles a las máquinas, reduciendo el número de horas-hombre necesarias para la preparación externa.

La desventaja se da debido a que el método se emplea sólo cuando el control de un gran número de piezas y herramientas pesadas se vuelve complicado, por lo que, no representa mejora alguna para la preparación interna. Las mejoras en el almacenamiento; y, transporte de piezas y herramientas pueden contribuir a la mejora de las operaciones aunque no serán, en ningún caso, suficientes. **(Shigeo Shingo, 1993).**

4.3 Efectos conceptuales del SMED.

El sistema SMED ofrece un método para alcanzar una producción de pequeñas series y alta diversidad con mínimos niveles de Stock. Además, cuando se adopta un sistema de producción que minimiza los Stocks, pueden esperarse los siguientes efectos *colaterales*:

- Se incrementan las tasas de rotación de capital.
- Las reducciones de Stocks conducen a una planta más eficiente.
- La productividad se incrementa conforme se eliminan las operaciones de manejo del Stock.
- Se eliminan los Stocks inútiles resultantes de los cambios de especificaciones o de los errores en las estimaciones de la demanda.
- Se reducen o eliminan los deterioros en las mercancías.
- La habilidad para producir artículos de varios tipos conduce a reducciones adicionales de Stock.

Los beneficios obtenidos al implementar el sistema SMED son los siguientes:

- Incremento de las tasas de trabajo de máquinas y de la capacidad productiva.
- Eliminación de los errores de preparación.
- Mejora de la calidad.
- Incremento de la seguridad y disminución de riesgos causantes de accidentes de trabajo.
- Simplificación del área de trabajo.
- Reducción del tiempo de preparación.
- Reducción de costos.
- Menor nivel de entrenamiento y requerimientos.
- Reducción de los plazos de fabricación.
- Eliminación de las esperas de lote.
- Posibilidad de producir en pequeños lotes.
- Incrementar la flexibilidad de la producción.
- Eliminación de las ideas preconcebidas.

Los Gerentes y/o Jefes responsables de la producción deben reconocer que la estrategia apropiada es hacer solamente lo que pueda venderse. Existen dos razones fundamentales por las cuales esta estrategia tiene éxito en la adopción del SMED: el

SMED posibilita la rápida respuesta a las fluctuaciones en la demanda, y crea las condiciones necesarias para las reducciones en los plazos de fabricación.

Hoy en día los paradigmas del pasado, largamente sostenidos que indicaban producción por anticipado y en grandes lotes, deben desaparecer con la aplicación del sistema SMED. Debemos reconocer que la producción flexible puede alcanzarse con la ayuda del SMED. (*Shigeo Shingo, 1993*).

4.4 Conclusiones

Al finalizar este capítulo se tiene una idea más clara acerca de cómo optimizar el proceso de preparación de máquinas, aplicando el sistema SMED. Una vez analizados los pasos básicos y técnicas recomendadas para la correcta implementación del SMED no debemos olvidarnos que este sistema es aplicable a cualquier instalación industrial y que para lograrlo se necesita una completa comprensión de las tres facetas del sistema. Además, es importante resaltar que el SMED contiene tres elementos esenciales que hacen posible lo imposible: un método de pensamiento básico sobre la producción, un método realista, y, un

método práctico. Por lo tanto, los fabricantes que adopten el sistema SMED pueden obtener ventajas estratégicas fundamentales eliminando los stocks y revolucionando sus conceptos de producción básicos.

El siguiente capítulo presenta el análisis de los resultados obtenidos en el Estudio de Tiempos realizado en el área de impresión flexográfica de la empresa Expoplast-Favorita Fruit Corp.

CAPITULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Introducción

El capítulo abarca tres secciones. La primera sección hace referencia a la reunión de apertura para el estudio de tiempos. La segunda sección presenta un instructivo en el que se detalla los pasos seguidos para la obtención del tiempo estándar actual en los cambios de trabajo realizados en la máquina de impresión flexográfica. Finalmente, la tercera sección muestra las consideraciones seguidas para realizar el cálculo del estudio, presentando el tiempo estándar obtenido.

5.1 Reunión de apertura para el estudio de tiempos

El 17 de Marzo de 1999, se efectuó la reunión de apertura para la realización del estudio de tiempos; y, en ella se detalla todo lo

concerniente acerca de la técnica, contestando preguntas y aceptando sugerencias. La reunión fue precedida por el Observador de Tiempos y Estándares, con presencia del Superintendente de Producción, Superintendente de Calidad, Supervisores de Producción, Inspectores de Calidad, Jefe de Imprenta y Operadores de impresión flexográfica.

5.2 Instructivo para estudio de tiempos

5.2.1 Selección del operario

El área operativa de impresión flexográfica labora en tres turnos de 8 horas rotativos durante el día, es por esto que la selección se realizará entre tres operadores, a los cuales les designaremos las letras A, B y C.

La experiencia adquirida en el área de estudio por cada uno de ellos es de 4, 14 y 10 años respectivamente hasta la actualidad. Antes de decidir por el operador idóneo para el estudio se procede a verificar el trabajo realizado por ellos en el área seleccionada, con presencia del Supervisor de Producción en turno; y, se califica el nivel de desempeño de la terna, acerca de la habilidad, empeño, condiciones y

consistencia según el sistema de calificación de la Westinghouse. El sistema Westinghouse también será utilizado para calificar la actuación del operador seleccionado durante el estudio. Los resultados obtenidos son presentados en la Tabla VIII al final de la tesis.

La técnica indica que el operario que permitirá obtener un estudio más satisfactorio es aquel considerado de tipo medio o él que está más arriba del promedio, según lo presentado en la Tabla VIII, aquel que se asemeja a esta descripción es el Operador C, quien se evidenció tiene un estilo consistente y sistemático al realizar la preparación de cambio de trabajo en la máquina de impresión flexográfica.

5.2.2 Verificar el método, equipo, calidad y condiciones

Se verifica que todos los elementos que intervienen en cada cambio o ciclo de trabajo, estén en óptimas condiciones, entre estos elementos se incluyen las herramientas de mano, insumos utilizados, las carretas transportadoras, máquina flexográfica, implementos de seguridad industrial; y, el orden y limpieza del área de trabajo.

5.2.3 Registro de información significativa

Máquina

Impresora flexográfica de película plástica.

Características

- Marca : Schiavi Padane
- Modelo : Zodiac 136
- Matricula: N° 1360
- Tipo : Tambor central 4100 mm.
- N° colores: Seis
- Ancho max. película: 1200 mm.
- Ancho de impresión: Max. 1090 mm - Min. 300 mm
- Velocidad de línea: 200 m/min.
- Voltaje : 220
- Frecuencia : 60 Hz.

Componentes

- Motor principal de corriente continua con controles electrónicos.
- Desbobinador tipo torreta rotante para dos bobinas de 600 mm de diámetro.

- Embobinador tipo torreta rotante para bobina de 600 mm de diámetro.
- Guía para banda (sustrato) de entrada.
- Guía para banda (sustrato) de salida.
- Túnel de secaje compuesto por ventilador centrifugo de potencia variable y grupo de resistencias eléctricas.
- Extractor de gases.
- Unidad hidráulica completa (Bomba, válvulas etc.) con intercambiador de calor.
- Seis estaciones de impresión cada una compuesta de una fuente con su respectiva tapa, un rodillo tintero y un rodillo anilox.
- Seis tinas para tinta y seis adicionales.
- Seis depósitos para tinta y seis adicionales.
- Seis mangueras cortas y seis adicionales.
- Seis mangueras largas y seis adicionales.
- Una cruz inversora con motor.
- Un armario de control principal de la máquina.
- Dos polipastos para montaje y desmontaje de cilindros a las estaciones de impresión.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 350 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 400 mm.

- Un juego de seis cilindros porta clisé de 460 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 500 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 510 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 550 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 560 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 610 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 660 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 720 mm.
- Un juego de seis cilindros porta clisé de 770 mm.

Herramientas de mano

- Llave de 4 mm para ajuste de manzana con el eje embobinador.
- Llaves desde la número 7 hasta la 32, utilizadas en mantenimiento de máquina.
- Desarmador plano para realizar trabajos de ajuste de máquina.
- Martillo de bola de 2 lbs.
- Sierra con armazón propio.
- Aceitera.
- Adaptador de manguera de 1 ¾ pulgadas.

- Probeta de 100 ml.
- Copa Zahn para medir viscosidad de la tinta.
- Estilete.
- Flexómetro de 3 metros para medir ancho de impresión.
- Cinta adhesiva para prueba de tratamiento en película.

Condiciones de trabajo

El operador se desenvuelve en un ambiente con presencia de bajos niveles de COV (compuestos orgánicos volátiles), generados por los solventes y tintas que se utiliza para el proceso, la temperatura que se registra es la ambiental de 25° C, realiza sus actividades de pie en el área de estudio.

Operación

La operación a ejecutar es la de realizar cambios de trabajo y posterior rodamiento de la máquina de impresión flexográfica de película de polietileno.

Nombre del operador

Sr. Dennis Pinargote.

Nombre del observador de tiempos y estándares

Sr. Freddy Sarango Martínez

Materias Primas

Para el proceso de impresión flexográfica son necesarias las siguientes materias primas:

- Rollos transparentes o pigmentados de polietileno de alta o baja densidad con tratamiento.
- Alcohol Isopropilico.
- Normal Propil Acetato.
- Normal Propil Alcohol.
- Acetato de etilo.
- Tintas preparadas.
- Barniz.
- Dispersión / Base.
- Bobinas plásticas o de cartón.

Implementos de seguridad industrial:

Los implementos de seguridad que se utilizan dependen de la naturaleza del riesgo presente en el área, siendo estos:

- Uniforme completo de trabajo.

- Mandil de tela largo.
- Faja de seguridad.
- Zapatos con planta de nitrilo antideslizantes con puntera metálica.
- Casco de seguridad.
- Orejeras adaptables a casco.
- Respirador purificador de aire media cara, adaptable a cartuchos o discos filtrantes contra vapores orgánicos.
- Discos filtrantes para vapores orgánicos.
- Cartuchos duros para vapores orgánicos y gases ácidos.
- Guantes de Neopreno.
- Guantes de cuero nappa.
- Gafas protectoras de ventilación indirecta.
- Cuchillo pico de loro.
- Extintor de polvo químico seco de 20 lb.; y, extintor móvil de anhídrido carbónico de 50 lb.

5.2.4 Desglosar el ciclo de trabajo en sus diferentes actividades

A continuación se describe la secuencia de actividades que conforman los cambios o ciclos de trabajo en la máquina de

impresión flexográfica, estas actividades son constantes, debido a que no varían significativamente entre las especificaciones del producto a imprimirse. A continuación se describe las actividades constantes en cada ciclo de trabajo y su respectivo punto terminal entre paréntesis.

1. Bajar tintas de tinas.
(Cerrar llave)
2. Retirar y limpiar mangueras, subir cabezales de bombas.
(Enganchar cabezal en el manubrio)
3. Retirar y limpiar tinas.
(Sacarse guantes de neopreno)
4. Limpiar bombas y depósitos de tintas.
(Dejar depósitos sobre plataforma)
5. Abrir estaciones de cilindros porta clisé.
(Dejar pistola neumática)
6. Desmontar cilindros y retirar piñones.
(Dejar piñones a un costado)
7. Limpiar cilindros porta clisé.
(Desechar wipe)
8. Dejar cilindros en cuarto de montaje y traer nuevos.
(Regresar con carreta transportadora)

9. Colocar piñones y montar cilindros a máquina.
(Dejar botonera del sistema de polipasto)
10. Cerrar estaciones de cilindros porta clisé.
(Dejar pistola neumática)
11. Colocar mangueras y bajar cabezales de bomba.
(Bajar tapa del depósito)
12. Subir tintas a tinas.
(Abrir tapa de tina cualquiera)
13. Sacar prueba.
(Parar la máquina)
14. Registrar colores.
(Dejar llave en ropero)
15. Aprobación de Control de Calidad.
(Encender máquina)

5.2.5 Recolectar los tiempos que se obtienen en cada ciclo de trabajo

Se procede a obtener los tiempos utilizando el método continuo de lectura de cronómetro. La unidad de tiempo, utilizado para los datos obtenidos y los cálculos efectuados en el estudio, está dada en *horas*. Los tiempos obtenidos son presentados en el APÉNDICE C al final de la tesis.

5.2.6 Obtención de la muestra representativa

Se determina el número de ciclos a observarse por la relación existente entre el tiempo del ciclo en minutos con el número de ciclos recomendado. Tomando en consideración que el tiempo estimable utilizado para realizar un cambio de trabajo en la máquina de impresión flexográfica es mayor a cuatro horas, valor obtenido por observación previa a la realización del estudio y en base a la sugerencia dada por el operador en cuanto a su experiencia en el área de trabajo, se recomienda según lo tabulado en la Tabla II por la General Electric Co., que el número de ciclos ha estudiarse para la obtención del tiempo estándar actual sea de a lo sumo 15 ciclos.

5.2.7 Aplicar el factor de calificación de la actuación del operador

Debido a que cada uno de los elementos que conforman la operación de cambio de trabajo son largos y comprenden movimientos manuales diversos se procede a evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre en el estudio. Se asigna los valores numéricos equivalentes en cuanto a la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia

de cada elemento que conforma la operación, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad; así como se ilustra en el APÉNDICE D al final de la tesis.

La misma servirá para ajustar al valor normal o estándar el tiempo de un buen trabajador y el de un operario deficiente, esto es necesario debido a que el tiempo real que se requiere para llevar a cabo cada elemento del estudio de tiempos, depende en alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario que ejecuta el trabajo.

El factor de calificación de 0.26 que figura en el formato utilizado para el estudio de tiempos, corresponde al promedio de calificación de todos los elementos que conforman un ciclo de trabajo; y, se lo asumirá como el factor de calificación del estudio completo.

5.2.8 Aplicar la tolerancia

Se aplica la tolerancia, por muestreo de trabajo, al tiempo nivelado o tiempo base, asignando los siguientes

porcentajes: Necesidades personales 5 %, Fatiga 3 % y Demoras varias 4 % obteniendo un total de 12 %.

5.3 Cálculo del estudio

Una vez que se ha registrado apropiadamente toda la información necesaria observando un número adecuado de ciclos, calificando con propiedad la actuación del operario seleccionado y asignando un margen de tolerancia al estudio, se aplican las siguientes recomendaciones:

- Se procede a restar a cada lectura del cronómetro la precedente, obteniendo así el tiempo transcurrido, esto se anota en la columna "T" con color rojo. Este procedimiento se sigue en todo el estudio, restando cada lectura de la siguiente.
- Todo elemento que se haya escapado o haya sido omitido por el observador ha sido señalado escribiendo una "E" en la columna "L", el valor omitido y el que le sigue no han sido tomados en cuenta en el cálculo del estudio, ya que el valor restado incluirá el tiempo de ejecución de ambos elementos.
- El tiempo correspondiente a los elementos extraños detectados durante el estudio se resta al tiempo de ciclo del elemento en

que ocurrió. El tiempo de los elementos extraños se obtienen sustrayendo de la superior la lectura inferior en la casilla "L" de la sección de elementos extraños según consta en el APÉNDICE C al final de la tesis.

- Los elementos en los cuales se detectaron actividades con tiempos demasiado breves para ser considerados elementos extraños han sido encerrados en un círculo, y excluidos de toda consideración en el cálculo del estudio.
- El factor promedio de calificación del operario es de 1.26 para todo el estudio.
- En todos los ciclos de trabajo la actividad número 15 fue desarrollada por el operario, desplazándose una distancia aproximada de 45 metros desde el área de estudio hasta el laboratorio de control de calidad.
- El tiempo estándar de cada elemento y de todo el ciclo de trabajo se presenta en la Tabla IX al final de la tesis.

5.4 Conclusiones

Al concluir el presente capítulo se ha logrado determinar el tiempo estándar del estudio, correspondiente al ejecutado para un cambio completo de trabajo con la inclusión de todas las estaciones que conforman la máquina de impresión flexográfica. Este resultado

será utilizado como punto de referencia para poderlo comparar con el que se va a obtener en el siguiente capítulo cuando se presenten los resultados obtenidos al implementar el sistema SMED.

CAPITULO 6

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SISTEMA SMED

Introducción.

Una vez conocido el tiempo estándar para cada cambio de trabajo en la máquina de impresión flexográfica se procederá a reducir drásticamente el tiempo de preparación actual mediante la implantación del sistema SMED, el cual es el objetivo general de la tesis. Este capítulo esta conformado por tres secciones, el primer apartado hace mención a la reunión previa a la implantación del sistema SMED, posteriormente se explica los pasos seguidos en la aplicación del SMED. Finalmente, se presentan los efectos encontrados al aplicar el sistema SMED.

6.1 Reunión previa a la implantación del sistema SMED

El 14 de Agosto de 2000, se efectuó la reunión de apertura para la implantación del sistema SMED con la presencia de jefes y

operadores de producción. La reunión tuvo dos horas de duración y en la misma se explicó los beneficios de adoptar el SMED como un sistema de mejora continua para reducir los tiempos de preparación, eliminar los cuellos de botella, reducir los costes; y, mejorar la calidad de los productos como factores claves para desarrollar una posición industrial competitiva. Se proyectó su alcance al mencionarse que el SMED es el método más efectivo para conseguir la producción JIT (Just-in-Time), esto debido a que la filosofía JIT es un fin, no un medio y sin dominar los métodos prácticos y técnicas que forman su núcleo, el JIT no tiene sentido en sí mismo. Finalmente, se explicó las cuatro facetas del SMED: primero, no se distingue entre preparación interna y externa; después se distingue entre preparación interna y externa; posteriormente, el proceso de preparación interna se convierte en preparación externa, y al final todos los aspectos del proceso de cambios de trabajo se perfeccionan.

6.2 Aplicación del sistema SMED

6.2.1 Etapa preliminar: No están diferenciadas las preparaciones internas y externas

Conforme a lo mencionado con anterioridad uno de los principales puntos que afecta la producción por máquina

parada, son los cambios de trabajo, dos factores primordialmente son los que más inciden. En primer lugar, cada día los trabajos son de pequeños lotes por lo cual el número de estos aumenta substancialmente, en segundo lugar los trabajos son más sofisticados o difíciles, por lo que se requiere mayor tiempo de preparación. Es importante recalcar que solo en estos dos conceptos el área de impresión flexográfica tiene la máquina parada el 66 % de las horas que cubren un turno de trabajo.

Consideremos que el principal punto en aumentar la producción y disminuir costos, esta en acortar o eliminar en lo posible los tiempos muertos o paros de máquina; y, esto solo se consigue con organización y profesionalidad, en cualquier caso, no se trata de trabajar más, es mejor trabajar sin tanto esfuerzo y ordenadamente.

Por lo anterior, es evidente que las operaciones tradicionales de cambios de trabajo desarrolladas en la máquina de impresión flexográfica, demandaban grandes despilfarros en los tiempos de producción necesarios para

cumplir con las ordenes de trabajo programadas. A continuación se mencionan algunas causas por las que se incurrían en perdidas de tiempo durante la ejecución del cambio de trabajo:

- Los rollos plásticos con tratamiento del proceso anterior se transportaban al lote de producto en proceso por imprimirse, después de terminar el lote anterior y con la máquina detenida. Se perdía un tiempo considerable al estar la máquina parada durante el transporte.
- Las tintas y mezcla de solventes, por ejemplo, se entregaban después de que la preparación interna comenzaba, o un clisé defectuoso se descubría tras el montaje y pruebas. Como resultado, se perdía tiempo en retirar la pieza defectuosa y empezar el proceso de nuevo. Como en el caso anterior, la perdida de tiempo innecesaria se podía producir después del proceso, las partes que ya no se necesitaban, por ejemplo, los rodillos porta clisé eran transportados al cuarto de montaje con la máquina impresora sin funcionar.
- Los equipos de calibración, tales como, la copa Zahn para comprobar la viscosidad de la tinta no aparecía o

necesitaba ser calibrada; las bobinas eran muy pequeñas en relación al ancho de la película a embobinar, o no aparecía la llave correcta para ajustar el piñón centrador de bobina.

Partiendo de lo anterior y con el objetivo de acortar substancialmente los tiempos de preparación, se planteó como políticas aplicables para la mejora del método de trabajo los siguientes lineamientos:

- La máquina parada no es rentable, por lo tanto se debe prever todo lo necesario mientras esta trabajando en preparación externa.
- El operador de la máquina está para imprimir con rapidez y calidad, todos los demás trabajos son innecesarios.
- Es más costoso una hora de máquina parada que los accesorios de repuestos, nunca se deben limpiar los accesorios mientras la máquina esta parada en un cambio de trabajo.

- Es más rentable tener la máquina una hora produciendo que el costo de una hora del operador realizando limpieza.
- La máquina y operarios están para producir, a estos hay que darles todos los medios para realizar su trabajo, estos, no tienen ni pueden estar paseando por toda la planta buscándose los medios.
- Es responsabilidad de los Supervisores de Producción formar y organizar al personal para que cada uno sepa su cometido.
- El Supervisor de Producción en turno deberá analizar los trabajos y movimientos del personal durante el cambio de trabajo, es importante que separe los trabajos que puedan hacer un solo operario u obligatoriamente deban ser dos, es decir operaciones en paralelo.
- Son más eficaces dos operarios bien entrenados que muchos que solo sepan ayudar.

No esta de más recalcar que el factor crucial para lograr un óptimo tiempo de preparación en un proceso de estas características es el personal que opera la máquina, si ellos no lo entienden o no participan en implantarlo y mejorarlo,

será muy difícil de llevarlo a la práctica, ya que se trata de mostrarles que se puede hacer más trabajo, con menor tiempo y sin mucho esfuerzo.

6.2.2 Primera etapa: Separación de las preparaciones internas y externas

La separación de estos dos tipos de preparación ha sido el pasaporte para implantar el sistema SMED en el área de impresión flexográfica. Por tales razones, se hizo énfasis al personal de impresión flexográfica la importancia de recordar que existen labores de preparación que debían realizarse cuando la máquina estaba parada (preparación interna) y otras que podían realizarse con la máquina en funcionamiento (preparación externa).

Es decir que en la preparación interna debían limitarse exclusivamente a retirar las piezas o herramientas anteriores y fijar las nuevas. En tanto que en la preparación externa debían efectuar la búsqueda y lograr el orden de las herramientas y materiales necesarios para realizar sin pérdida de tiempo la actividad de cambio de trabajo. A

continuación se presenta el método para lograr tal diferenciación en el área de implantación.

Empleo de una lista de comprobación

Se debe realizar una lista de comprobación para asegurar que no existan errores en las condiciones de preparación de cambio de trabajo, con esto se evita muchos errores y pruebas que incurren en pérdidas de tiempo. Se empleó como lista de comprobación la secuencia de actividades que conforman un cambio de trabajo.

Para efectos de comparación, se decidió manejar la misma lista utilizada en la obtención del tiempo estándar antes de la mejora y se procedió a separar ambas preparaciones, el resultado conseguido se presenta en la TABLA X, al final de la tesis. En la siguiente sección se presenta el método propuesto para la conversión de CTI en CTE.

Realización de comprobaciones funcionales

Para verificar la correcta operabilidad de las piezas y herramientas utilizadas para desarrollar las actividades que

conforman la lista de comprobación, se realizó comprobaciones funcionales durante la preparación externa.

Al observar las actividades que conforman un cambio de trabajo, se determinó que cuando se procedía a la limpieza de las piezas, al transporte de rodillos porta clisé y principalmente al realizar el ajuste o calibración de la máquina, se perdía tiempo valioso debido a fallos producidos durante la preparación externa, esto repercutía en el desmontaje de piezas que habían costado trabajo haber montado en la máquina durante la preparación interna. Las causas principales que ocasionaban este incremento en el tiempo de preparación se describen a continuación:

- Montaje de clisé defectuosos en los rodillos respectivos.
- Utilización de tintas no adecuadas en la película plástica con respecto al producto a empacar.
- Utilización de carretas inapropiadas para realizar el transporte.

- Mala calibración de los parámetros de la máquina de acuerdo al producto a imprimirse.

Con el objetivo de corregir estas falencias, eliminando consecuentemente estos despilfarros de tiempo se propuso realizar las siguientes comprobaciones funcionales:

- Realizar los siguientes instructivos de trabajo:
 1. Almacenamiento y mantenimiento de artes y clisés,
 2. Revisión de artes y clisés; y,
 3. Reposición de clisés.

Estos instructivos se presentan en los APÉNDICES E, F y G respectivamente al final de la tesis. Actualmente los clisé utilizados en trabajos anteriores se almacenan a temperatura ambiental en armarios con gavetas debidamente señalizadas en el área de montaje de clisés.

- Realizar una correcta planificación de las tintas a utilizar conforme el producto a empacarse en la película impresa. Esto incluye una mayor comunicación entre la parte programadora y la parte ejecutora del trabajo,

especificando si los lotes entrantes al proceso son para prueba o para producción.

- Señalizar en máquina indicando el valor mínimo y máximo (tolerancia) permisible cerca de los medidores de control según sean los parámetros sujetos a control en el proceso.

Mejora en la entrega de tintas y solventes.

La actividad de formulación y la posterior entrega de tintas y solventes se debe realizar en preparación externa cumpliendo lo descrito en la instrucción de trabajo entregada al Formulador de Tintas y que constan en el APENDICES H al final de la tesis.

6.2.3 Segunda etapa: Convertir la preparación interna en externa

La conversión de la preparación interna en externa es fundamental para lograr la reducción drástica de los tiempos de preparación de maquinaria en cambios de trabajo. En esta sección se analizarán algunas de las actividades que conforman la preparación interna explicando la forma en la

que fueron convertidas en actividades ejecutadas con la máquina en marcha (preparación externa). Entre estas actividades se citan las siguientes:

Mejora en limpieza de accesorios.

La limpieza se llevaba usualmente a cabo como parte de la preparación interna de la máquina de impresión flexográfica. Para realizar esta operación se retiran las piezas y se procede a la limpieza por frotación, se desprende los residuos de tintas utilizando solvente. Al realizar esta actividad el operador utiliza implementos de seguridad con la finalidad de prevenir lesiones por irritación de ojos, piel y vías respiratorias por el desprendimiento de vapores orgánicos de los alcoholes que conforman la mezcla de solvente utilizado.

La TABLA XI muestra las actividades que conforman la operación de limpieza de máquina y la proporción de tiempo utilizado con respecto al tiempo total estándar para un cambio de trabajo, esta información concuerda con el estudio presentado en el capítulo anterior.

La proporción de tiempo total para esta operación es de 32.5 % del tiempo permitido para un cambio de trabajo que se fijo en 5 horas 19 minutos antes de la implantación del SMED. Es decir que en esta operación en preparación interna se emplea 1 hora 44 minutos del total permisible.

TABLA XI

**ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LA OPERACIÓN DE
LIMPIEZA DE MÁQUINA**

Actividades	Proporción de tiempo
• Retirar y limpiar mangueras, subir cabezales de bombas.	6.0 %
• Retirar y limpiar tinas.	7.3 %
• Limpiar bombas y depósitos de tintas.	13.7 %
• Limpiar cilindros porta clisé.	5.5 %

Con el objetivo de convertir la operación de limpieza de máquina en preparación externa, se procedió a utilizar los depósitos, mangueras y tinas adicionales que llegaron junto con la máquina desde fábrica en calidad de repuestos. De tal forma que se logró remplazar las piezas sucias con limpias sin demora de tiempo por limpieza en preparación interna, realizando más tarde esta operación con máquina en marcha. Con esta estrategia se logró reducir el tiempo de limpieza de máquina, quedando fijado el tiempo estándar permitido en 3 horas 35 minutos por cambio de trabajo. En la Figura 6.1 se presenta la actividad de limpieza de tina en preparación externa.



FIGURA 6.1. LIMPIEZA DE TINA EN PREPARACIÓN EXTERNA.

Mejora en transporte de cilindros porta clisé.

El transporte de cilindros porta clisé se desarrolla en preparación interna llevando uno a uno los cilindros en una carreta con un único descanso desde el cuarto de montaje hasta la máquina impresora, conforme se presenta en la Figura 6.2, el desplazamiento realizado es de aproximadamente 15 m y el tiempo utilizado para el transporte de seis cilindros es de 8 minutos. Estos rodillos son devueltos al área de montaje para su almacenamiento después de finalizar la impresión de un pedido.

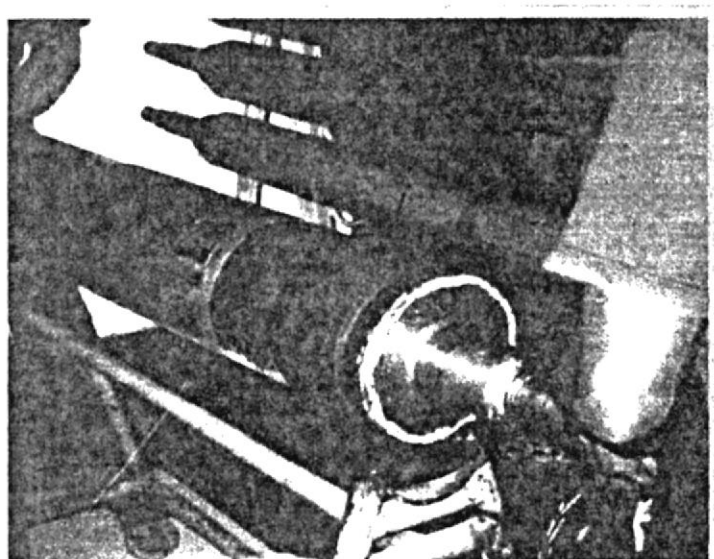


FIGURA 6.2. CARRETA TRANSPORTADORA DE RODILLOS PORTA CLISÉ ANTES DE LA MEJORA.

Para la mejora en el transporte se diseñó una carreta para el transporte de cuatro cilindros a la vez, ver Figura 6.3, con esto se redujo el número de viajes desde y hacia la máquina impresora; y, por consiguiente el tiempo utilizado en viajes innecesarios, luego se comenzó a practicar esta actividad anticipadamente con máquina en marcha, con lo cual se logró realizar esta actividad en preparación externa.

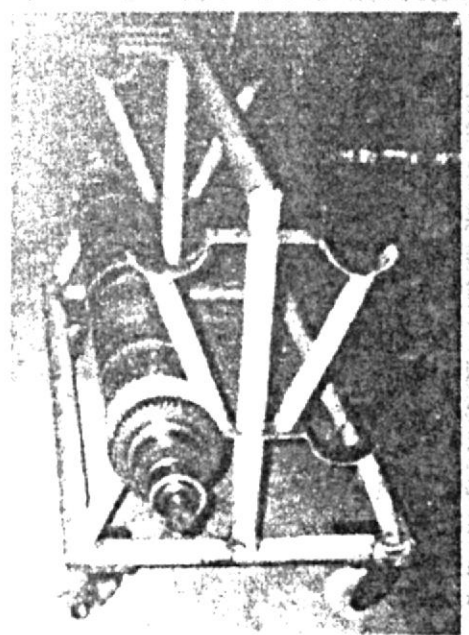


FIGURA 6.3. CARRETA TRANSPORTADORA DE RODILLOS PORTA CLISÉ MEJORADA.

El costo de la mejora fue de 65 dólares en compra de materiales, ya que el diseño y construcción de la carreta fue

realizado por el personal de mantenimiento de la empresa. La reducción de tiempo en el cambio de trabajo se redujo a 3 horas 27 minutos.

Mejora en el ajuste de la máquina impresora.

Una vez finalizado el montaje de piezas hacia la máquina para un nuevo pedido se da inicio a la operación de ajuste. El ajuste de máquina esta conformada por dos actividades, la primera consiste en *sacar prueba* de la imagen impresa utilizando un rollo destinado para este fin y la segunda consiste en verificar el correcto *registro de colores* en el polietileno impreso, utilizando para la aprobación del trabajo el primer rollo del lote destinado para el pedido.

La actividad de sacar prueba se lleva a cabo con máquina en marcha, en la cual aún en preparación interna se coloca un rollo de prueba en la máquina impresora y se observa que todas las parte en alto relieve de las planchas de foto polímero montadas sobre los cilindros porta clisés reciban la tinta necesaria de la superficie del anilox y la transmita a la película de polietileno.

El montaje de las planchas de foto polímero sobre la superficie de los cilindros porta-clisé es una operación desarrollada en preparación externa por el Jefe de Impresión; y, la efectividad de esta labor depende el obtener impresiones correctas sobre el material ha imprimirse.

La cantidad de rodillos porta clisé preparados depende del número de colores que requiere la imagen a imprimirse sobre el polietileno y deben estar de acuerdo a las especificaciones entregadas por el cliente.

Posteriormente, se toma el primer rollo del lote destinado para el pedido solicitado y se lo coloca en la máquina, se procede a verificar que todos los colores se registren correctamente en las repeticiones impresas en la película con la consecuente calidad requerida, durante el embobinado de la película impresa se pasa cinta adhesiva sobre la superficie de la impresión para comprobar el buen anclaje de las tintas en el polietileno, esto último depende del tratamiento que se le dé al material en el proceso de extrusión de polietileno.

Las actividades que conforman la operación de ajuste de máquina y la proporción de tiempo utilizado con respecto al tiempo total estándar para un cambio de trabajo se muestran en la TABLA XII, esta información concuerda con el estudio presentado en el capítulo anterior.

TABLA XII

ACTIVIDADES QUE CONFORMAN LA OPERACIÓN DE CALIBRACIÓN DE MÁQUINA

Actividades	Proporción de tiempo
• Sacar prueba.	10.0 %
• Registro de colores.	11.5 %

Según lo ilustrado en el cuadro anterior se emplea para esta operación el 21.5 % del tiempo total permisible para un cambio de trabajo, esto es 1 hora 8 minutos.

El incremento o decremento del tiempo anterior para esta operación depende de ciertos factores específicos que se deben controlar para una correcta impresión en la película de polietileno, entre los parámetros sujetos a control se citan los siguientes:

- Tensión,
- Temperatura,
- Velocidad de línea,
- Presión de masa,
- Repetición de la imagen impresa,
- Porcentaje de entrada de aire,
- Viscosidad de las tintas; y,
- Elección de tintas y solventes adecuados que perduren en el polietileno impreso, sin que alteren las condiciones del producto que finalmente va ser empacado.

Durante el ajuste de la máquina estos parámetros influyen directamente sobre el proceso, por lo que una mala maniobra en su regulación origina un mal registro de

colores en la película y por ende incrementos de tiempo en la operación de cambio de trabajo.

Para realizar la mejora en esta operación se planifico con ayuda del Jefe de Impresión identificar todos los parámetros que deben estar sujetos a control durante el ajuste de la máquina, definiendo la tolerancia permisible para cada uno de ellos, este análisis se fundamenta conforme a lo que la técnica indica y ayudados por la experiencia del personal involucrado.

La descripción de los parámetros influyentes en el ajuste de máquina con su respectiva tolerancia expresada en mínimos y máximos permitidos, se muestran en la TABLA XIII al final de la tesis. Luego, se adiestró al personal sobre su significado y se señaló estos valores cerca de los equipos de medición en la máquina. La estrategia anterior permitió evitar el tanteo del operador durante el ajuste de máquina, lo cual repercutió en la reducción del 70 % del tiempo utilizado con el método anterior. Al aplicar está

mejora el tiempo de preparación en un cambio de trabajo se redujo a 2 horas con 40 minutos.

Aprobación de Control de Calidad

La actividad de aprobación de Control de Calidad se realiza en preparación interna. Posterior al ajuste de máquina el operador toma una muestra de la película impresa y la lleva al laboratorio de Control de Calidad para que el Inspector en turno realice el chequeo respectivo.

La distancia que recorre el operador desde la máquina hasta el laboratorio es de aproximadamente 90 m de ida y vuelta, esta distancia puede incrementarse si el trabajo es rechazado, repercutiendo en el aumento del tiempo de preparación.

Una de las principales causas de rechazo de producto es por mala impresión del código de barras en la película, al estar la máquina parada durante la aprobación se incurre en pérdida de tiempo valioso al recién detectar este inconveniente en el laboratorio.

Para mejorar esta actividad se designó al área de impresión flexográfica un lápiz lector de código de barra para que el operador realice su inspección antes de entregar la muestra para aprobación, y se acondicionó una mesa apropiada para que el Inspector de Calidad otorgue las aprobaciones cerca de la máquina impresora. El costo incurrido para estos cambios fue de 853.96 dólares.

El tiempo utilizado en esta actividad se redujo en un 75 % ya que las inspecciones y aprobaciones se comenzaron a dar cerca de la máquina, sin pérdida de tiempo por desplazamientos innecesarios, con esto el tiempo por cambio de trabajo se redujo a 2 horas con 2 minutos.

6.2.4 Tercera etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación

Una vez concluida la aplicación de la primera y segunda etapa del sistema SMED, se comienza a realizar mejoras en todos los aspectos de las operaciones elementales de preparación.

Las siguientes técnicas que se describen a continuación son fundamentales para conducir a mejoras sustanciales en la preparación interna.

Estandarizar la operación de preparación.

La preparación del siguiente trabajo, siempre se hará con la máquina en producción, con antelación el Supervisor de Producción en turno debe informar al Jefe de impresión las características del próximo trabajo. Antes de terminar el proceso anterior los accesorios para el siguiente trabajo deben estar listos para montar en máquina, con su correspondiente ficha técnica definiendo los parámetros y tolerancias a controlar, forma de entrega al cliente, así como una copia de la orden de fabricación y la ficha de datos si el trabajo es de repetición.

El mismo responsable, debe hacer llegar a máquina los rodillos porta clisé del nuevo trabajo con las planchas montadas y los engranajes del desarrollo a imprimir, así como el Formulador debe suministrar el material y las tintas necesarias por anticipado.

Con toda la información que dispone el operador de máquina, sabrá que colores deben quedarse para el siguiente trabajo y cuales deberán cambiarse, por lo que con antelación podrá preparar todas las bombas, tinas, mangueras, depósitos, etc., necesarios para cambiarlas en el momento de parar la máquina. La misma previsión hará con los rodillos anilox si alguno de ellos hay que cambiarlos. Todo ello antes de parar la máquina. Mientras se está imprimiendo la última bobina, ya debe estar montada en el otro eje del desbobinador el material para pruebas y ajuste.

Implementar operaciones en paralelo.

Debido a que el cambio de las piezas y accesorios mecánicos de la máquina es completamente rutinario, debería estar completamente planificado y distribuido el trabajo. Conforme a lo explicado hasta el momento, se conoce que la operación de cambio de trabajo en una impresora flexográfica, lleva asociada invariablemente actividades, tanto en la parte posterior como anterior de la máquina. Es indudable que cuando estas operaciones son realizadas por una sola persona, se desperdicia tiempo mientras el operario se desplaza alrededor de la máquina.

Las operaciones en paralelo que necesitan más de un operario ayudan mucho en acelerar este tipo de trabajos. Partiendo de lo anterior y conociendo que la máquina impresora esta conformada por tres estaciones interiores y tres estaciones exteriores, divididas equitativamente alrededor del tambor central, según se muestra en la Figura 6.4, se asignó una persona como ayudante para que durante el cambio de trabajo se encargue de un lado de la máquina y el otro lado sea responsabilidad del operador.

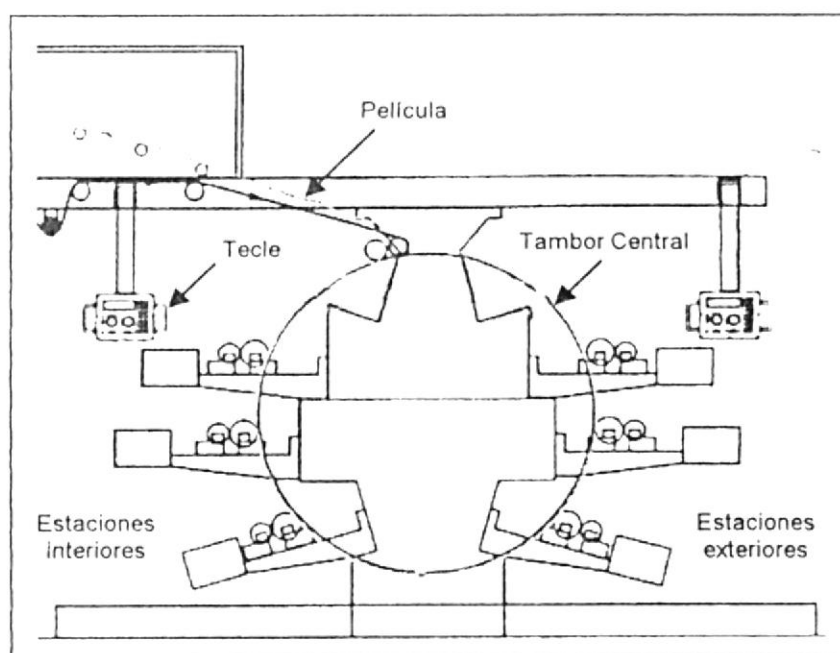


FIGURA 6.4. DISTRIBUCIÓN DE ESTACIONES ALREDEDOR DEL TAMBOR CENTRAL.

Aplicando operaciones en paralelo, la secuencia de actividades que deben cumplirse al momento de realizar cambios de trabajo es la siguiente:

Actividades para el operador.

- Bajar y subir tintas de tinas en estaciones exteriores.
- Retirar tinas en estaciones exteriores.
- Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé en estaciones exteriores.
- Colocar mangueras hacia tinas y depósitos de tinta en estaciones exteriores.
- Ajuste de máquina.
- Solicitar aprobaciones de trabajos.

Actividades para el ayudante.

- Bajar y subir tintas de tinas en estaciones interiores.
- Subir y bajar cabezales de bomba.
- Retirar tinas de estaciones interiores.
- Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé en estaciones interiores.

- Colocar mangueras hacia tinas y depósitos de tinta en estaciones interiores.
- Colocar rollo de prueba en máquina en preparación externa.
- Transporte de cilindros porta clisé en preparación externa.
- Limpieza de accesorios en preparación externa.

Actividades en conjunto para operador y ayudante.

- Montaje y desmontaje de cilindros porta clisé en máquina.
- Colocar piñones de sujeción en cilindros porta clisé.

Luego de perfeccionar las actividades individuales con la estandarización de las operaciones de preparación y la implementación de operaciones en paralelo, el tiempo de preparación se redujo drásticamente en comparación con el tiempo tomando antes de comenzar con la aplicación del SMED, la TABLA XIV al final de la tesis, muestra las reducciones alcanzadas comparando los tiempos antes y después de implantar el SMED en el área seleccionada.

Al finalizar la implantación del sistema SMED en el área seleccionada, el tiempo estándar actual para un cambio de trabajo en la máquina de impresión flexográfica se fijo en 1 hora con 26 minutos, lo cual representa aproximadamente el 75 % de la reducción del tiempo tomado como estándar antes de la implantación del SMED.

6.3 Efectos encontrados al aplicar el SMED

Como resultado de los cambios, se observan los siguientes efectos:

- Antes de las mejoras, un empleado tardaba 5 horas con 19 minutos para realizar un cambio de trabajo. Después de las mejoras, dos trabajadores tardan 1 hora con 26 minutos con lo que, por cada cambio de trabajo efectuado, se ganan 3 horas con 53 minutos por máquina en proceso, lo cual representa el 144 % de incremento en la producción traducido en 605.3 Kg de material impreso, conociendo que la máquina flexográfica imprime a razón de 156 Kg/h.
- El desarrollo de las actividades en los cambios de trabajo se mejoró, al contar con dos operarios uno a cada lado de la

máquina estos ya no tienen que moverse de un lado a otro, lo cual disminuye la fatiga y eleva la productividad.

- Las actividades de preparación para cambios de trabajo son ahora fáciles, incluso para empleados inexpertos.
- Al eliminar las operaciones de limpieza en preparación interna, se eliminó los actos inseguros generados por los empleados al desarrollar estas actividades apresuradamente, se previno lesiones en los ojos por salpicaduras del solvente utilizado.
- Al permitir la disminución del tamaño de los lotes y, por tanto, del tiempo de fabricación, se posibilitó reducciones importantes del nivel de inventarios, a la vez que se otorgó mayor flexibilidad a la empresa para adaptar la producción a las fluctuaciones y modificaciones de la demanda.
- Al disminuir los tiempos improductivos de los cambios, aumentó la tasa de utilización de la maquinaria y la productividad.
- Al permitir plazos de fabricación y entrega muy cortos, la empresa pudo dejar de fabricar para almacén y adaptar su fabricación a los pedidos reales de los clientes.
- Cuando se trabajaba con tamaños de lotes muy grandes, se daba el caso de que un problema de calidad era detectado cuando la mayoría de rollos del lote estaban impresos, originando importantes pérdidas de tiempo, reproceso y dinero.

Al trabajar con lotes más pequeños, los problemas de calidad son más rápidamente detectados y afectan a menor número de rollos por impresiones defectuosas.

- Debido a los problemas económicos que afectan a nuestro país en los últimos tiempos, y que han influido para la no-presentación de bruscas fluctuaciones en la demanda en el mercado de productos impresos, actualmente no se justifica el ahondar esfuerzos y recursos para lograr una reducción mayor en el tiempo para un cambio de trabajo fijado en 1 hora con 26 minutos, ya que una reducción mayor podría repercutir en la paralización de la máquina por falta de trabajo. Al final se plantearán recomendaciones con las que en el futuro se podrían lograr reducciones del tiempo de preparación a un solo dígito.

El costo total utilizado para la implantación del sistema SMED en el área seleccionada fue de 918,96 dólares, inversión que generó ingresos a la empresa con utilidades promedio de 1.210,6 dólares por cambio de trabajo.

6.4 Conclusiones

Los beneficios integrales del sistema SMED se lograron alcanzar tras el análisis de las operaciones de preparación y la

identificación de las cuatro etapas conceptuales. En el desarrollo del capítulo se evidenció la aplicación del SMED en las actividades que conforman la operación de cambio de trabajo, reduciendo el 75 % del tiempo tomado como estándar antes de la implantación, como resultado se obtuvo un 144 % de incremento en la producción y constituyó una ventaja estratégica en el desarrollo de otras áreas como la seguridad e higiene industrial, capacitación y control de inventarios.

El costo de inversión para la implantación se recuperó al primer mes de implantación, este costo no fue considerable debido a que mayormente la reducción en el tiempo de preparación se logró al utilizar recursos existentes y al organizar, planificar e inducir al personal involucrado sobre las mejoras planteadas en el método de trabajo.

El paradigma del pasado que indica que las mejoras de preparación se alcanzan a base de mucho esfuerzo y producción de grandes lotes quedo sin fundamento al implantar esta técnica de *mejora continua*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El área de impresión flexográfica de película de polietileno de la empresa Expoplast C.A., antes de la implantación del SMED no contaba con un Sistema de Producción que minimice los tiempos improductivos en cada cambio de trabajo y maximice la capacidad instalada de la máquina utilizada en el proceso.
2. El método utilizado para la preparación de un nuevo trabajo no tenía una planificación adecuada, por lo que se desconocía el tiempo estándar requerido para un cambio de trabajo.
3. Actualmente las funciones y responsabilidades de los empleados, así como los procesos productivos se encuentran formalmente definidos y debidamente documentados mediante procedimientos, instrucciones de trabajo y formatos de control pertenecientes al sistema de calidad ISO 9000, considerándose este un sistema flexible pero no de mejora continua.

4. Los beneficios del SMED se lograron alcanzar tras el análisis de las operaciones de preparación y la identificación de las cuatro etapas conceptuales: primero, no se distingue entre preparación interna y externa; después se distingue entre preparación interna y externa; posteriormente, el proceso de preparación interna se convierte en preparación externa, y al final todos los aspectos del proceso de cambios de trabajo se perfeccionan.

5. Antes del SMED el personal de impresión flexográfica debía tener varios años de experiencia en el ramo, por lo que la posibilidad de enrolar a personal inexperto en el área era casi nula. Luego de las mejoras SMED cualquier persona sin experiencia pero capacitada en la secuencia de actividades que conforma un cambio de trabajo puede desempeñarse sin problema en el área.

6. Las reuniones de apertura antes de comenzar con la aplicación de la técnica de estudio de tiempos y la implantación del SMED, constituyeron la base fundamental para concientizar al personal involucrado, como factor clave en la consecución de los objetivos deseados.

7. Previo a la implantación del Sistema SMED se realizó un estudio de tiempos, tomando quince ciclos para la obtención del tiempo estándar para un cambio de trabajo completo, el cual quedó fijado en 5 horas con 19 minutos, lo cual indica que el 66 % del tiempo disponible en un turno de trabajo de 8 horas, es tiempo no productivo de la máquina.

8. El método de calificación utilizado en la tesis para el estudio de tiempos fue el Sistema Westinghouse por ser uno de los más antiguos y completos. Esta técnica ayudó a evaluar la actuación del operario en cuanto a la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia en la selección del mismo y para calificarlo en el desarrollo de cada actividad que conforma un ciclo o cambio de trabajo.

9. Para el estudio de tiempos se seleccionó al operario de tipo medio, él mismo que al realizar el trabajo en forma consistente y sistemática evitó ejecutar las actividades fuera de orden. Con esto se garantizó la obtención de un estándar de tiempo confiable y justo, sin presión para el operador en el cumplimiento de un cambio de trabajo, ni atrasos en los plazos de fabricación establecidos por la empresa.

10. Al existir tan solo una máquina impresora en el área seleccionada, se identificó a esta sección del proceso como un cuello de botella, ya que los lotes entrantes desde extrusión no podían ser procesados a tiempo para ser entregados a la siguiente sección, debido a la limitada capacidad instalada de la máquina flexográfica y por las constantes pérdidas de tiempo incurridas en los cambios de trabajo.

11. Al implementar el Sistema SMED se logró la reducción de aproximadamente del 75 % del tiempo tomado como estándar, por lo que el tiempo estándar actual para un cambio de trabajo quedó fijado en 1 hora con 26 minutos, repercutiendo en un aumento en la capacidad instalada de la máquina de 605.3 Kg y ventas de 1.210,6 dólares por cambio de trabajo, considerando un precio de venta referencial de 2 dólares por Kg de material impreso.

12. La implantación del SMED en el proceso seleccionado se tomó como programa piloto y los resultados alcanzados permitieron la disminución del tamaño de los lotes y, por tanto, del tiempo de fabricación. Además, se posibilitó en un semestre reducir el nivel de inventarios en un 70 % y aumentar la productividad de la máquina en un 144 %. Con esto, se otorgó mayor flexibilidad a la empresa para

adaptar la producción de empaques impresos a las fluctuaciones y modificaciones de la demanda.

13. El costo para la implantación del Sistema SMED fue de 918,96 dólares, esta inversión fue recuperada durante el primer mes de implantación y este gasto no se lo considera representativo en comparación con las ganancias presentes y futuras.

RECOMENDACIONES

1. El proceso estudiado en esta tesis fue el de impresión flexográfico de película de polietileno. Sin embargo un futuro estudio debería abarcar las otras secciones del área de producción, con la finalidad de lograr una línea de producción balanceada y flexible que se adapte a las fluctuaciones de la demanda, proyectando su alcance hacia la apertura de otros sistemas de producción como el Justo a Tiempo.
2. Se debe capacitar constantemente al personal de impresión flexográfico, para lograr una óptima planificación y coordinación de las actividades que debe ejecutar cada trabajador en un cambio de trabajo, manteniendo de esta forma el tiempo estándar actual.
3. Expoplast C.A., al contar con la certificación ISO 9000 como un sistema de calidad flexible, debe utilizar el sistema SMED como alternativa para ir mejorando continuamente el método de trabajo en las secciones del proceso, ganando la confiabilidad de los clientes al proporcionar productos de calidad, con precios de venta competitivos y con tiempos de entrega exactos.

4. Se recomienda disponer de un trabajador adicional durante cada cambio de trabajo para lograr las operaciones en paralelo, este podría ser cualquier persona del personal de planta no necesariamente con experiencia en el ramo, pero sí capacitado y entrenado en las actividades que debe realizar durante la preparación de la máquina.

5. Se debe dar más confianza a los trabajadores mejorando la comunicación y relación entre jefe-empleado y empleado-empleado. Además se debe lograr transformar en fortalezas las debilidades traducidas en políticas en cuanto a prohibiciones a los trabajadores.

6. La Superintendencia de Producción debe mantener reuniones periódicas con el personal involucrado, en las que se acepten sugerencias y se haga conocer los beneficios obtenidos con la implantación del SMED.

7. El Supervisor de Producción cada tres meses debe realizar un estudio de tiempos en el área de implantación, para revisar el método durante el cambio de trabajo, con lo anterior debe mejorar o mantener el tiempo estándar fijado después del SMED.

8. Durante la toma de tiempos el Supervisor de Producción deberá colocarse a una distancia prudente con respecto al operario, de manera que no lo distraiga e interfiera en su trabajo. Además, se recomienda que durante el estudio se evite toda conversación entre ambos, ya que esto alteraría la secuencia de actividades que se debe cumplir durante el cambio de trabajo y repercutiría en la obtención de un estándar de tiempo equivocado.

9. La capacidad instalada de la máquina impresora podría a futuro incrementarse si se reduce aún más el tiempo en cambios de trabajo, esto podría lograrse acortando la longitud de las mangueras previo un rediseño del interior de las tinas para lograr una mejor irrigación de las tintas, con esto se reduciría tiempo en la actividad de colocar mangueras hacia las tinas. Además nivelando el piso del costado de las estaciones exteriores facilitando el ingreso de la carreta para el montaje y desmontaje de rodillos porta clisé. Por último, se podría mejorar el sistema para abrir y cerrar estaciones al sustituir la pistola neumática por una palanca mecánica que permita abrir y cerrar de un solo golpe las estaciones.

10. La cultura organizacional en el área de producción debe cambiarse, demostrando con hechos que lo imposible ahora es posible al dejar sin efecto frases tales como «No se puede» o «Eso nunca trabajará» como paradigmas del pasado.

11. El costo de la implantación del SMED depende en gran medida de las mejoras que requiera el proceso estudiado, por esto debe existir el compromiso de la Dirección de la Empresa en proveer los recursos necesarios para lograr la consecución de este sistema de mejora continua en todas las secciones del proceso.

TABLA II

GUÍA PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE CICLOS EN EL ESTUDIO (3)

<i>Tiempo de ciclo en minutos</i>	<i>Número de ciclos recomendados</i>
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 – en adelante	3

TABLA VIII

SELECCIÓN DEL OPERADOR SEGÚN NIVEL DE DESEMPEÑO (5)

Factores	Operador A		Operador B		Operador C	
Habilidad	C1	+0.06	B1	+0.11	B2	+0.08
Empeño	C2	+0.02	B1	+0.10	C1	+0.05
Condiciones	D	0.00	D	0.00	D	0.00
Consistencia	E	-0.02	F	-0.04	D	0.00
Suma total		+0.06		+0.17		+0.13
Factor de actuación		1.06		1.17		1.13

TABLA IX

TIEMPO ESTÁNDAR DEL ESTUDIO (5)

Elemento	Descripción del equipo y herramientas usadas	Tiempo elemental	Veces por ciclo	Tiempo total permitido
1		0.15	1	0.15
2		0.32	1	0.32
3	Implementos de seguridad	0.39	1	0.39
4	Mezcla de solvente	0.73	1	0.73
5		0.32	1	0.32
6	Dos polipasto	0.24	1	0.24
7		0.29	1	0.29
8	Carreta transportadora	0.13	1	0.13
9	Llave Allen de 5 mm	0.27	1	0.27
10		0.19	1	0.19
11		0.18	1	0.18
12		0.13	1	0.13
13		0.53	1	0.53
14		0.61	1	0.61
15		0.83	1	0.83
Minutos por ciclo: 318.6 ≈ 5 h 19 min.			TOTAL	5.31
Preparación: Completa			Horas por ciclo: 5.31	

TABLA X

**LISTA DE COMPROBACIÓN PARA LA PREPARACIÓN INTERNA Y
EXTERNA EN UN CAMBIO DE TRABAJO (6)**

Preparación interna	Preparación externa
Bajar tintas de tinas	Sacar prueba
Retirar y limpiar mangueras, subir cabezales de bombas	Registrar colores
Retirar y limpiar tinas	
Limpiar bombas y depósitos de tintas	
Abrir estaciones de cilindros porta clisé	
Desmontar cilindros y retirar piñones	
Limpiar cilindros porta clisé	
Dejar cilindros en cuarto de montaje y traer nuevos	
Colocar piñones y montar cilindros a máquina	
Cerrar estaciones de cilindros porta clisé	
Colocar mangueras y bajar cabezales de bomba	
Subir tintas a tinas	
Aprobación de Control de Calidad	

TABLA XIII

**IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL EN EL PROCESO DE
IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA (6)**

Descripción del parámetro	Mínimo	Máximo
Proporción de entrada de aire a los secadores inter colores.	10%	80%
Temperatura de secado de las secciones inter colores.	50°C	65°C
Temperatura del tambor central.	26°C	30°C
Temperatura de secado del túnel.	50°C	70°C
Proporción de entrada de aire al túnel de secado.	20%	80%
Temperatura de enfriamiento.	25°C	28°C
Peso para balancear el rodillo bailarín.	32 Kg	34 Kg
Tensión de rodillos enfriadores.	952	954
Velocidad de línea.	55 m/mint	75 m/mint
Presión del rodillo pisón.	2 bar	4 bar

TABLA XIV

**REDUCCIONES DE TIEMPO ALCANZADAS AL IMPLANTAR EL SISTEMA
SMED EN EL PROCESO SELECCIONADO (6)**

Nº	Operador	Ayudante	Antes mejoras	Después mejoras
1	Bajar y subir tintas de tinas exteriores.	Bajar y subir tintas de tinas interiores.	17 min.	6 min.
2		Subir y bajar cabezales de bomba.	9 min.	3 min.
3	Retirar tintas exteriores.	Retirar tintas interiores.	10 min.	5 min.
4	Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé exteriores.	Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé interiores.	31 min.	15 min.
5	Colocar mangueras hacia tintas y depósitos de tinta exteriores.	Colocar mangueras hacia tintas y depósitos de tinta interiores.	7 min.	4 min.
6	Montaje y desmontaje de cilindros porta clisé en máquina.		18 min.	12 min.
7	Colocar piñones de sujeción en cilindros porta clisé.		10 min.	7 min.
8	Limpieza de accesorios		93 min.	0 min.
9	Transporte de cilindros.		6 min.	0 min.
10	Ajuste de máquina.		68 min.	21 min.
11	Solicitar aprobaciones de trabajos.		50 min.	13 min.
TOTAL:			319 min.	86 min.

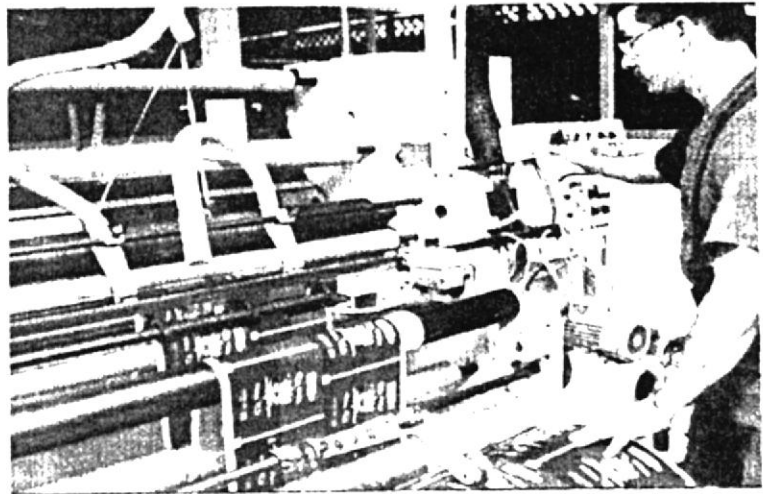
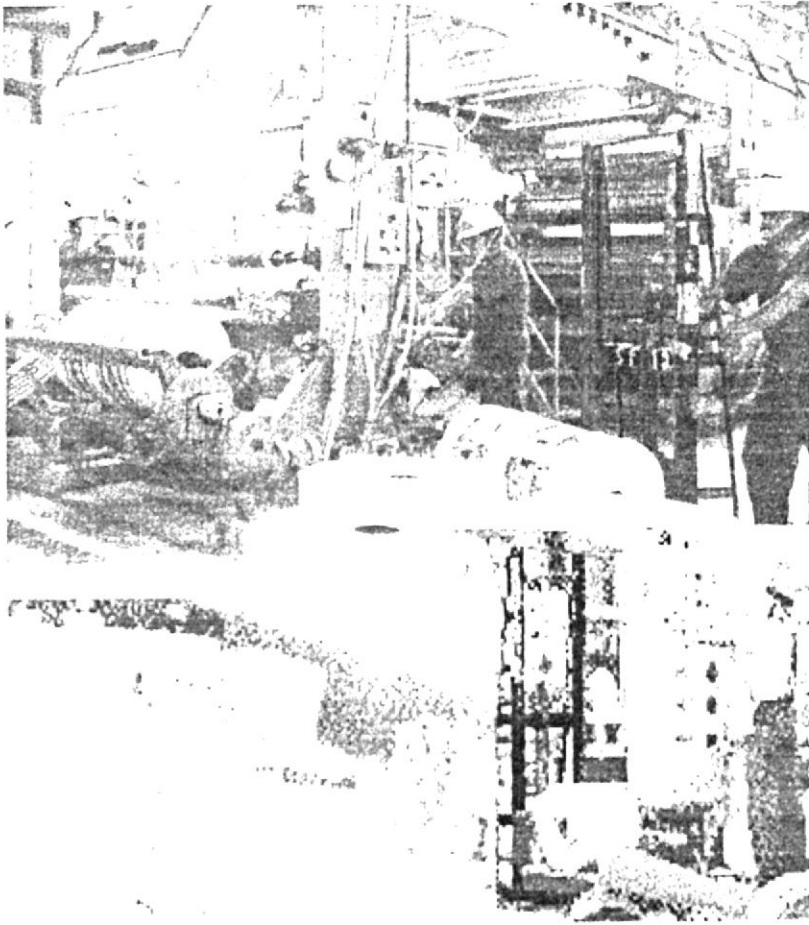


FIGURA 2.1. ACTIVIDAD DE PRODUCCIÓN DE EXPOPLAST C.A.

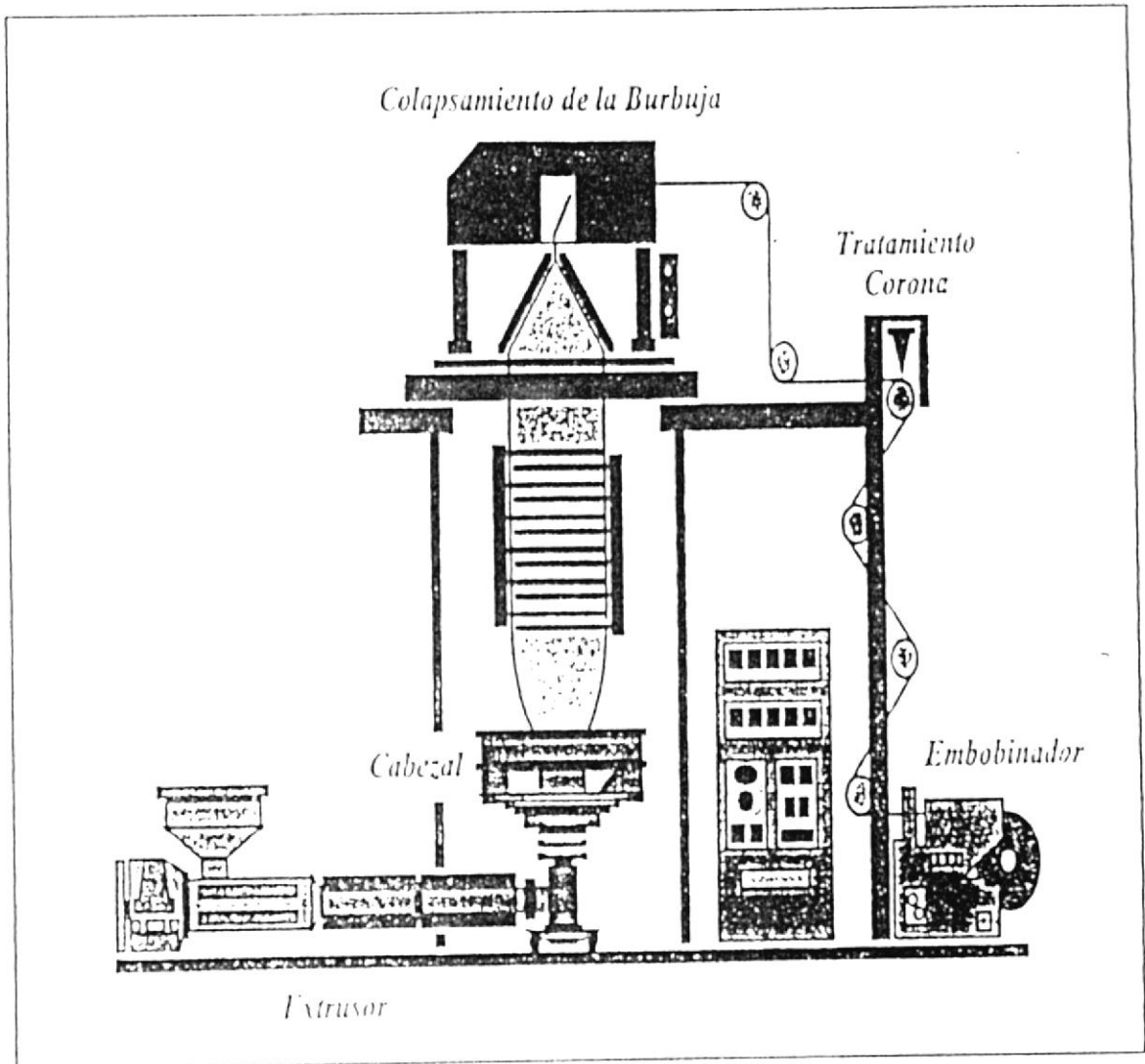
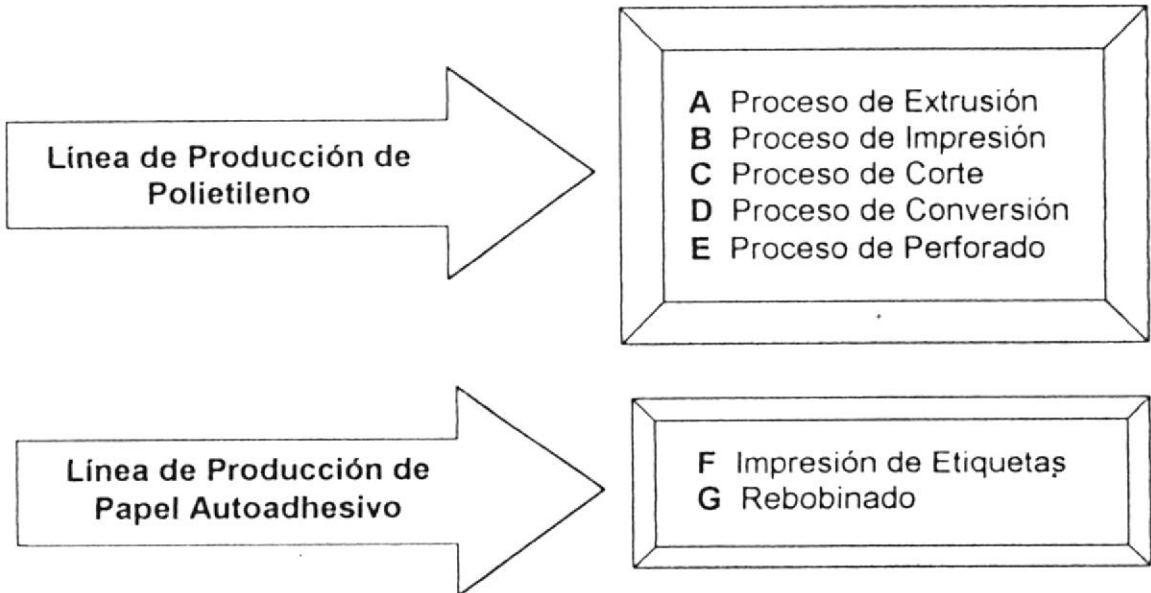
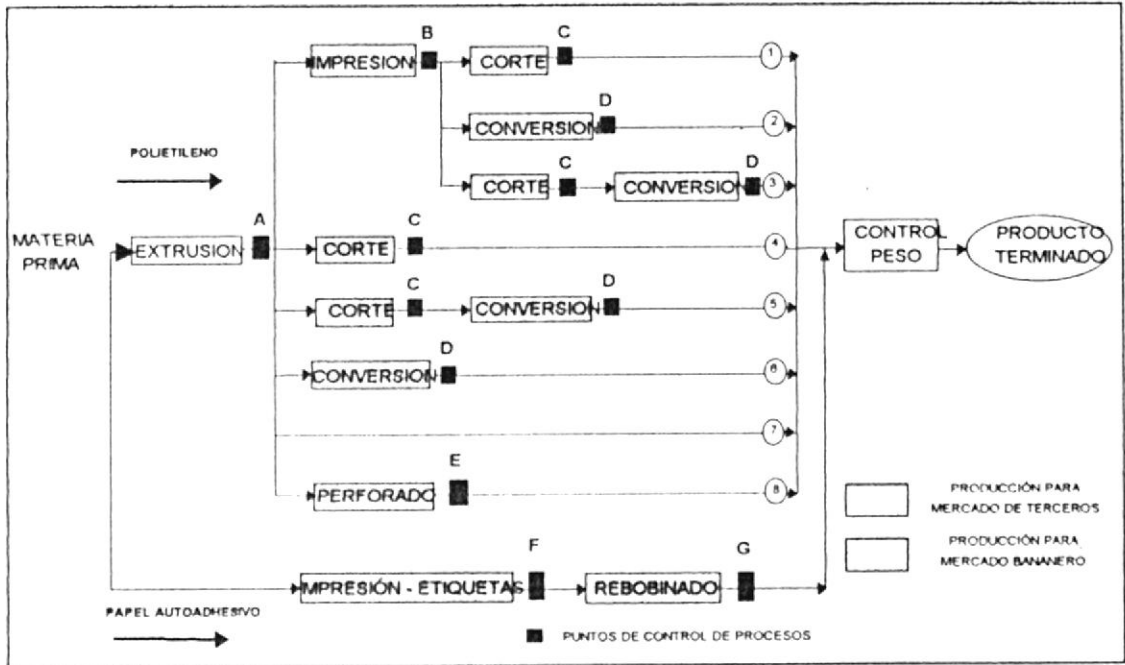


FIGURA 2.2. EQUIPO DE EXTRUSIÓN DE PELÍCULA TUBULAR

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE RUTA



APÉNDICE C

TIEMPOS OBTENIDOS EN CADA CICLO DE TRABAJO

ELEMENTOS EXTRAÑOS		RESUMEN																																							
ITEM	DESCRIPCIÓN	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18					
		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F						
1	0.01	0.18	0.21	0.03	0.05	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15				
2	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20			
3	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22			
4	0.04	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08		
5	0.04	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08			
6	0.10	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08			
7	0.14	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28	0.15	0.28		
8	0.04	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08			
9	0.11	0.02	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28		
10	0.27	0.07	0.18	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28			
11	0.12	0.12	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24			
12	0.13	0.02	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13	0.22	0.13			
13	0.13	0.12	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24			
14	0.08	0.02	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08			
15	0.18	0.02	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18			
16																																									
17																																									
18																																									
NOTAS		RESUMEN																																							
Se con normalidad		3.40		4.13		7.56		3.03		2.32		2.70		1.40		2.85		1.67		1.78		1.36		5.97		7.06		9.56		A1		SUPERIOR		A1		IDEALES		A		PERFECTA	
Se con normalidad		15		15		15		14		14		14		14		14		14		14		15		15		15		14		E2		ARTO		E2		EXCELENTE		B		EXCELENTE	
Se con normalidad		0.10		0.28		0.30		0.22		0.17		0.21		0.10		0.10		0.13		0.13		0.08		0.86		0.51		0.64		F1		POBRE		F1		BUENAS		C		BUENAS	
Se con normalidad		0.00		0.00		0.21		0.81		1.00		1.21		1.30		1.54		1.32		1.38		1.40		1.70		2.13		2.82		F2		POBRE		F2		REGULARS		D		REGULARS	
Se con normalidad		0.26		0.46		0.81		1.56		2.36		2.71		2.86		3.10		3.40		3.36		3.71		4.37		5.05		5.77		C1		BUENO		C1		ACEPTABLES		E		ACEPTABLES	
Se con normalidad		0.30		0.36		0.36		0.30		0.30		0.27		0.26		0.17		0.27		0.33		0.36		0.26		0.07		0.16		C2		BUENO		C2		DEFICIENTES		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		1.30		1.26		1.30		1.33		1.27		1.36		1.17		1.27		1.17		1.33		1.26		1.36		1.07		1.16		D		PROMEDIO		D		PROMEDIO		PROMEDIO		PROMEDIO	
Se con normalidad		0.14		0.26		0.36		0.36		0.21		0.26		0.12		0.24		0.12		0.24		0.12		0.46		0.54		0.74		E1		ARTO		E1		EXCELENTE		A		IDEALES	
Se con normalidad		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		12		E2		ARTO		E2		EXCELENTE		B		EXCELENTE	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E3		ARTO		E3		EXCELENTE		C		BUENAS	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E4		ARTO		E4		EXCELENTE		C		BUENAS	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E5		ARTO		E5		EXCELENTE		D		REGULARS	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E6		ARTO		E6		EXCELENTE		E		ACEPTABLES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E7		ARTO		E7		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E8		ARTO		E8		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E9		ARTO		E9		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E10		ARTO		E10		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E11		ARTO		E11		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E12		ARTO		E12		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E13		ARTO		E13		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	
Se con normalidad		0.15		0.32		0.36		0.73		0.32		0.34		0.28		0.13		0.27		0.36		0.36		0.26		0.07		0.16		E14		ARTO		E14		EXCELENTE		F		DEFICIENTES	

APÉNDICE D

CALIFICACIONES ELEMENTALES PARA LA OPERACIÓN DE CAMBIO DE TRABAJO EN LA IMPRESORA FLEXOGRÁFICA

Elemento No.	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor de actuación
1	+0.13	+0.12	+0.02	+0.03	+1.30
2	+0.13	+0.10	+0.02	+0.03	+1.28
3	+0.11	+0.12	+0.02	+0.03	+1.28
4	+0.13	+0.12	+0.02	+0.03	+1.30
5	+0.15	+0.12	+0.02	+0.04	+1.33
6	+0.11	+0.10	+0.02	+0.04	+1.27
7	+0.11	+0.10	+0.02	+0.03	+1.26
8	+0.08	+0.08	0.00	+0.01	+1.17
9	+0.11	+0.10	+0.02	+0.04	+1.27
10	+0.15	+0.12	+0.02	+0.04	+1.33
11	+0.13	+0.10	+0.02	+0.03	+1.28
12	+0.13	+0.12	+0.02	+0.03	+1.30
13	+0.11	+0.10	+0.02	+0.03	+1.26
14	+0.03	+0.02	+0.02	0.00	+1.07
15	+0.13	+0.12	0.00	+0.01	+1.16

APÉNDICE E

INSTRUCTIVO PARA ALMACENAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ARTES Y CLISÉS



HOJA 1 DE 1

FECHA DE EMISIÓN: 26 de Noviembre de 1999

CÓDIGO: INT-GV-102-001

Nº REVISIÓN: 02

INSTRUCCION DE TRABAJO

CODIGO: INT-GV-102-001

NOMBRE: ALMACENAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ARTES Y CLISES

OBJETO: Esta instrucción de trabajo establece las formas para almacenar y mantener artes y clisés

ALCANCE: Involucra los artes y clisés entregados por el cliente o adquiridos por medio de Expoplast C.A.

RESPONSABILIDAD: Los responsables de seguir este instructivo son:

- a) **ARTES:** Programador de producción, Jefe de sección impresión.
- b) **CLISÉS:** Jefe de sección impresión, Operadores de impresión.

DESARROLLO

1.- ALMACENAMIENTO.

- 1.1 - Los clisés son recibidos por el Jefe de sección impresión quien registra su ingreso y a su vez los almacena en el casillero que le asigne de acuerdo al registro de almacenamiento. En caso de ser clisés de reposición se aplica la instrucción INT-GV-102-003 y los almacena en el casillero correspondiente.
- 1.2 - Los artes son recibidos por el Programador de producción quien a su vez los codifica por producto, y luego los almacena en una percha.

2.- MANTENIMIENTO.

- 2.1 - Después de finalizar la impresión de un pedido, el operador de impresión tiene que limpiar los clisés con solvente para impresión (a excepción de acetato al 100%); para luego llevar el cilindro y almacenarlo en la percha que se encuentra en la sala de montaje y lo cubre con plástico negro.
- 2.2 - Cada vez que despeguen los clisés de los cilindros, se los deben colocar dentro de una funda plástica de color negro y almacenarlo en el casillero respectivo.
- 2.3 - Los artes son conservados por el Programador de producción quien los ordena en una percha, evitando su deterioro.

APÉNDICE F

INSTRUCTIVO PARA REVISIÓN DE ARTES Y CLISÉS



HOJA 1 DE 2

FECHA DE EMISION 26 de Noviembre de 1999

CÓDIGO INT.GV.102.002

Nº REVISION 02

INSTRUCCION DE TRABAJO

CODIGO: INT.GV-102-002

NOMBRE: REVISIÓN DE ARTE Y CLISÉ

OBJETO Esta instrucción de trabajo establece la revisión de artes y clisé

ALCANCE. Considera artes y clisé entregados por el cliente como tambien los artes y los clisés adquiridos por EXPOPLAST S.A

RESPONSABILIDAD: El responsable de ejecutar la siguiente instrucción es el Superintendente de Control de Calidad

DESARROLLO:

Superintendente de Control de Calidad

1.- Revisión de Artes.

- 1.1 Recibe el Arte, el boceto (diseño), las especificaciones del producto (orden de elaboración de arte) y el formulario "admisión de producto suministrado por el cliente"
- 1.2 - Verifica que el arte tenga el número de acetatos correspondiente a los colores del boceto
- 1.3 - Revisa que los acetatos estén conformes al boceto y a las especificaciones indicadas en la orden de elaboración de arte.
- 1.4 - Revisa que cada acetato registre con los demás.
- 1.5 - Establece la aceptación o rechazo del arte en el documento de admisión de producto suministrado por el cliente

Excepción.- La revisión contra la orden de elaboración de arte no se aplica cuando el arte está aprobado por el cliente.

APÉNDICE F

INSTRUCTIVO PARA REVISIÓN DE ARTES Y CLISÉS



HOJA 2 DE 2

FECHA DE EMISION 26 de Noviembre de 1999

CODIGO INT.GV 102 002

No. REVISION 02

2.- Revisión de Clisé.

- 2.1.- Recibe arte aprobado por el cliente, el clisé correspondiente y el formato "admisión de productos suministrados por el cliente".
- 2.2.- Verifica que la información del clisé sea igual a su correspondiente acetato, al boceto o a la muestra según el caso.
- 2.3.- Revisa el estado del clisé, consistente en verificar que no este doblado, picado, rayado y/o cortado.
- 2.4.- Establece la aceptación o rechazo del clisé en el documento de admisión de producto suministrado por el cliente.

Excepción: Cuando es reposición de clisé solo se revisa su estado

APÉNDICE G

INSTRUCTIVO PARA REPOSICIÓN DE CLISÉS



FORMA: I.T.R. 1

FECHA DE EMISIÓN: 26 de Noviembre de 1993

CODIGO: IRI 027 102 003

Nº DE VIGENCIA: 01

INSTRUCCION DE TRABAJO

CODIGO: IRI 027 102 003

NOMBRE: REPOSICIÓN DE CLISÉS

OBJETO: Esta instrucción se aplica para establecer el método para reposición de etiquetas que se encuentran en mal estado.

ALCANCE: Se aplica a los clientes, entregados por el cliente y los adquiridos por de Exploplast C.A.

RESPONSABILIDAD: Jefe de sección impresión, Gerentes de Ventas, Ejecutivos de ventas, Jefe de Servicio al Cliente.

DESARROLLO

1. Cada vez que se termine un pedido el jefe de sección impresión examina los clisés para verificar su estado. Si están dañados, los identifica y los coloca en el área de clisés dañados, y los continúa a reportar al Superintendente de Producción la reposición del clisé.
2. El Superintendente de Producción consulta por escrito al Gerente de Ventas, Ejecutivo de Ventas, Jefe de Servicio al Cliente si procede o no con la reposición.
3. El Gerente de Ventas, Ejecutivo de Ventas o Jefe de Servicio al Cliente previa consulta al cliente recibe si se repone o no los clisés e informa por escrito su decisión al Superintendente de Producción.
4. Si la reposición es aceptada, el Superintendente de Producción solicita la elaboración del clisé.
5. Cuando es recibida la reposición, se realiza el tratamiento de producción sumando los para el cliente a excepción de los que son propiedad de Exploplast.

GENERALIDADES

1. Las reposiciones de clisé para etiquetas de clientes relacionados se hacen directamente al Superintendente de Producción.

APÉNDICE H

INSTRUCTIVO PARA FORMULACIÓN Y PREPARACIÓN DE TINTAS Y SOLVENTES



HOJA 1 DE 4

FECHA DE EMISIÓN: 13 de Octubre de 2000

CÓDIGO: INT GG-202-009

Nº REVISIÓN: 02

INSTRUCCION DE TRABAJO

CODIGO : INT GG-202-009

NOMBRE : FORMULACION Y PREPARACION DE TINTAS Y SOLVENTES

OBJETO: Esta instrucción de trabajo establece la secuencia de actividades para la formulación de tintas y solventes.

ALCANCE : Formulacion y preparacion de Tintas y Solventes para la impresión sobre plástico y papel autoadhesivo.

RESPONSABILIDADES : Son responsable de la aplicacion de esta instrucción de trabajo el Formulator de Tintas, el Jefe y Operadores de Impresión.

DESARROLLO

1.- FORMULACION Y PREPARACION DE TINTAS

1.1.- Formulator de tintas, solicita materias prima a bodega.

El Formulator de tintas solicita a bodega de materias prima bases y resinas; para preparar los colores básicos (amarillo, blanco, rojo, azul, violeta, naranja, negro) estas tintas de colores básicos pueden ser para uso general o para termosellables.

1.2.- Formulator de tintas prepara colores.

El formulator de tintas prepara los colores de la siguiente forma:

- Mezcla 50 % de la base del color mas 50 % de la resina, estos porcentajes se aplican tanto para tintas de uso general, como para tintas termosellable.
- Agita la mezcla hasta obtener una solución uniforme (colores básicos). El formulator para preparar las tintas de uso general, utiliza la resina P85-1490 y para preparar la tinta termosellable utiliza la resina TV97-7123, la base de colores se la utiliza para los dos tipos de resina.
- Además, de las tintas, se prepara el Extender que sirve para atenuar el color y mantener las propiedades de la tinta, este se lo prepara utilizando hasta un 35 % de base transparente P85-1488 y desde el 65 al 100 % de resina, la resina que se utiliza para el Extender, depende del tipo de tinta que se va usar.

1.3.- Formulator de tintas almacena tintas preparadas.

Una vez preparadas las tintas, el formulator procede a almacenar en canecas y/o tanques, con sus respectivas identificaciones, donde se indica, color, código y peso.

1.4.- Formulator mantiene stock de tintas preparadas.

El formulator mantiene un stock de los colores basicos en una bodega de tintas en proceso.

APÉNDICE H

INSTRUCTIVO PARA FORMULACIÓN Y PREPARACIÓN DE TINTAS Y SOLVENTES



HOJA 2 DE 4

FECHA DE EMISIÓN: 13 de Octubre de 2000

CODIGO: INT GG 202 009

No. REVISIÓN: 02

- 1.5.- **Jefe de Impresión entrega orden de fabricación al Formulator.**
El Jefe de Impresión entrega la orden de fabricación al Formulator de Tintas.
- 1.6.- **Formulator de tintas verifica colores.**
El Formulator de tintas verifica los colores solicitados en la orden de fabricación.
- 1.7.- **Formulator prepara prueba de tintas que no hay en existencia.**
Si en la orden de fabricación se solicita un color que no corresponde a ninguno de los colores básicos, el formulator procede a formular una prueba de acuerdo al color del pantone o muestra solicitada, haciendolo de la siguiente forma:
 - a) Se toma el pantone o muestra solicitada
 - b) De acuerdo al color toma los porcentajes indicados en el Pantone, para hacer las igualaciones; utiliza una balanza, un vaso de precipitación, una espátula, y una calculadora.
 - c) Una vez hecha la mezcla, coloca la tinta sobre un rodillo probador, el cual se lo hace deslizar sobre una lamina de plástico o papel, que esta apoyada sobre una superficie rígida, obteniendo de esta forma la prueba de color o igualación; posteriormente esta prueba se la compara con el color del Pantone o la muestra solicitada; en caso de no coincidir el tono, se realiza el ajuste variando los porcentaje de los colores, hasta obtener el color mas próximo o igual a la muestra o Pantone.
 - d) La formulación obtenida, se la registra en la tabla de Formulación de Colores, TAB GG 202 001; donde se anota los porcentajes y códigos de los respectivos colores y componentes; además se registra el nombre de la impresión, tipo de tinta, número de colores, y su respectiva secuencia numérica.
- 1.8.- **Formulator prepara tintas en cantidad aproximada a lo que se va a utilizar.**
Obtenida la igualación o prueba, el formulator procede a pesar los componentes de acuerdo a los porcentajes obtenidos en la prueba, hasta obtener la cantidad deseada.
- 1.9.- **Formulator mezcla los componentes.**
El formulator una vez que ha pesado los componentes, procede a mezclarlos hasta obtener una solución uniforme.
- 1.10.- **Formulator identifica las tintas preparadas**
El formulator procede a identificar las tintas, donde indica nombre de la impresión, color, código, peso; dejando las canecas en la percha, y en caso de utilizar tanques, estos se los deja cerca de la maquina impresora.

APÉNDICE H

INSTRUCTIVO PARA FORMULACIÓN Y PREPARACIÓN DE TINTAS Y SOLVENTES

	HOJA 1 DE 1
	FECHA DE EMISION 13 de Octubre de 2000
	CODIGO INT-66-202-009
	Nº REVISION 02

GENERALIDADES

1. A las tintas, se agrega desde un 10 % hasta un 25 % de Extender para mantener sus propiedades en maquina, evitando el excesivo uso de solventes, para mantener la viscosidad de impresion.
2. En caso que el departamento de ventas, o el cliente, pida la modificación del tono de color, se hacen los ajustes necesarios en la impresora, y se rectifica la formula en la tabla de Formulación de Colores.
3. Una vez que se ha utilizado las tintas en la maquina impresora, para una orden de fabricación, el Formulador coge los saldos (en caso de existir) y procede almacenar en la bodega de tintas en proceso y registra las cantidades en la carpeta de control de existencias de tintas en proceso.

2.- FORMULACION Y PREPARACION DE SOLVENTES

2.1 Formulador solicita materias primas a bodega.

El Formulador solicita a bodega de materias prima los solventes para la elaboracion de la mezcla.

2.2.- Formulador prepara mezcla

El Formulador procede a realizar la mezcla de solventes, según el tipo de tinta que se va a utilizar en la impresión.

- a) Cuando se va a utilizar tintas de uso general, la mezcla de solventes que generalmente prepara es la siguiente:

Alcohol Isopropilico	82 %
Normal Propil Acetato	18 %

- b) Cuando se va a utilizar tintas termosellable, la mezcla de solventes que generalmente se utiliza es la siguiente:


Alcohol Isopropilico	70%
Normal Propil Acetato	20%
Normal Propil Alcohol	10%

- c) Cuando se va a utilizar tintas termosellable y de uso general, la mezcla de solventes que generalmente se utiliza es la siguiente:

Alcohol Anhidro	80%
Normal Propil Acetato	10%
Normal Propil Alcohol	10%

APÉNDICE H

INSTRUCTIVO PARA FORMULACIÓN Y PREPARACIÓN DE TINTAS Y SOLVENTES

	HOJA: 4 DE 4 FECHA DE EMISION: 13 de Octubre de 2000 CODIGO: INT GG 202-009 No. REVISION: 02
---	---

- 3.- **Ubicación de mezcla de solventes.**
La mezcla de solventes es ubicada en tanques cerca de la maquina impresora, identificandolo con el peso y el uso.

GENERALIDADES

1. Las mezclas de solventes pueden variar en sus porcentajes de acuerdo a la rata de secado.

BIBLIOGRAFIA

1. BARRIGA MARÍA. Revista Tecnología del Plástico. Publicación de CC International Publishing, Inc., subsidiaria de Carvajal International, Inc. Edición Octubre / noviembre 1999. Estados Unidos 1999.
2. DOMÍNGUEZ M. JOSÉ. Dirección de Operaciones. McGraw-Hill Interamericana de España, S. A. U. España 1998.
3. DOMÍNGUEZ M. JOSÉ. Just in Time en el Subsistema Productivo de la Empresa. Pirámide. España 1990.
4. GAONA O. FREDY. Manual de Calidad de la Compañía Expoplast C.A. Documento Interno. 1999.
5. GARCÍA C. ROBERTO. Estudio del Trabajo - Medición del Trabajo. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México 1998.

6. MAYNARD H. B. Manual de Ingeniería de la Producción Industrial. Reverte. México 1960.
7. MONDEN Y. El Sistema de Producción Toyota. Price Waterhouse e IESE. España 1987.
8. MONDEN Y. Dirección Japonesa de la Producción en el Estilo Japonés de Dirección de Empresas. Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A. España 1989.
9. NIEBEL W. BENJAMÍN. Ingeniería Industrial para Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México 1996.
10. SHINGO SHIGEO. Una Revolución en la Producción: El Sistema SMED. Tercera Edición. Tecnologías de Gerencia y Producción. España 1990.
11. SHINGO SHIGEO. El Sistema de Producción Toyota desde el Punto de Vista de la Ingeniería. Tecnologías de Gerencia y Producción. España 1990.

12. SYLVA PABLO. Manual de Calidad para Empaques Flexibles. Inédito.
Expoplast C.A. 1990.

13. TORRES A. FRANCISCO. Auditoria Ambiental de las Instalaciones de
Expoplast C.A. Informe Técnico. 2000.