

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Diseño del Sistema SMED en el proceso de troquelado en una
empresa de Artes Graficas”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

José Ignacio Meza Coello

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A toda la gente que estuvo alrededor desde el comienzo algunos siguen hasta hoy, a ellos y al Ing. Jorge Abad Director de mi tesis, Gracias Totales.

DEDICATORIA

MIS PADRES

A MIS HERMANOS

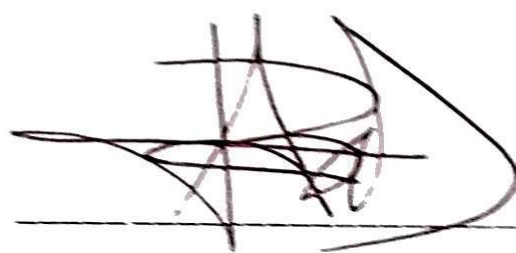
A MIS AMIGOS



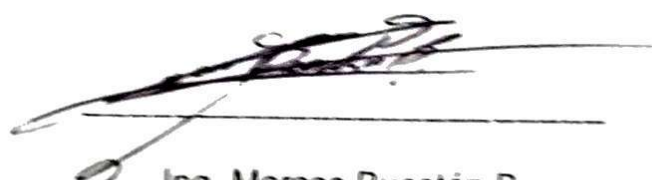
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Jorge Abad M.
DIRECTOR DE TESIS

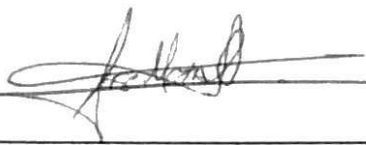


Ing. Marcos Buestán B.
VOCAL

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 POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



José Ignacio Meza Coello

RESUMEN

La empresa en la que se desarrollará el estudio lleva más de 80 años en la industria gráfica del país y se ha constituido como líder en el mercado de cajas industriales. Sin embargo en la actualidad, esta línea que representa más del 50% de su facturación, es afectada por los cortos tiempos de respuesta que exigen sus clientes, incurriendo constantemente en atrasos en las fechas de entrega, provocando la insatisfacción de los mismos.

Ante esta situación fue necesario realizar un análisis de la línea de cajas de industriales encontrándose falencias como exceso de inventario en proceso en algunas secciones y en otras secciones esperas del mismo material. De esta manera se identificó el cuello de botella en la sección de troqueles.

El presente trabajo tiene como objeto analizar la productividad de la sección de troqueles de esta imprenta y reducir el tiempo improductivo aplicando la técnica de manufactura esbelta SMED utilizada para la reducción de los tiempos de preparación entre trabajos. Con la implementación del Sistema

SMED se aumentará el tiempo productivo de esta sección y se logrará un mejor balance de línea en la producción de cajas industriales.

Para la realización del estudio se requiere una pequeña capacitación al personal que labora en esta sección y realizar con ellos la descripción actual del proceso de preparación de las máquinas, posteriormente un análisis de operaciones internas y externas con el fin de realizar las operaciones externas antes de realizar la preparación y luego reducir las operaciones internas para optimizar el método de montaje en las máquinas troqueladoras.

Luego de la implementación del sistema SMED esperamos aumentar el tiempo productivo en un 15% y de esta manera lograr un incremento en la productividad de la línea cajas industriales.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE PLANOS.....	XII
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodología.....	3
1.4. Estructura de la Tesis.....	6
CAPÍTULO 2	
2. ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA DE CAJAS	
INDUSTRIALES.....	8
2.1. Introducción.....	8

2.2. Análisis de Pareto en la Facturación.....	9
2.3. Descripción del proceso e identificación del cuello de botella de las líneas seleccionadas para mejoramiento de la productividad.....	12
2.4. Análisis del cuello de botella.....	18
2.5. Justificación de la aplicación del Sistema SMED.....	25
2.6. Conclusiones.....	28

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ESTUDIO DE TIEMPO.....	30
3.1. Introducción.....	30
3.2. Descripción del proceso de montaje de las máquinas Bobst SP102 y BF-1000.....	31
3.3. Determinación de Tiempos de operación por actividades.....	51
3.4. Diagrama de actividades conjuntas.....	62
3.5. Identificación de operaciones internas y externas.....	72
3.6. Conclusiones.....	74

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.....	76
4.1. Introducción.....	76
4.2. Separación de actividades externas del proceso de montaje..	77
4.3. Análisis de las actividades internas.....	89
4.4. Reducción de actividades internas.....	98

4.5. Diseño del nuevo proceso de montaje.....	110
4.6. Análisis Costo-Beneficio de la Implementación.....	114
4.7. Conclusiones.....	120

CAPÍTULO 5

5. RESULTADOS ESPERADOS CON EL SISTEMAS SMED.....	123
5.1. Introducción.....	123
5.2. Análisis de improductividad del cuello de botella.....	123
5.3. Análisis del proceso de la línea de cajas industriales.....	128
5.4. Determinación de Indicadores de Gestión.....	130
5.5. Resultados finales.....	132
5.6. Conclusiones	134

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	136
6.1. Conclusiones.....	136
6.2. Recomendaciones.....	140

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

ACUM	Acumulada
ETE	Eficiencia Total del Equipo
ETD	Eficiencia de Tiempo Disponible
EP	Eficiencia de Producción
Grs	Gramos
ID	Identificación
ILO	Internacional Labour Office
O/P	Orden de producción
PL	Pliego
Prod.	Productividad
Rend.	Rendimiento
SMED	Single Minute Exchange of Die
TIR	Tasa interna de retorno
TPS	Toyota Production System
VAN	Valor actual neto

SIMBOLOGÍA

Hr	Horas
Km	Kilómetros
Kg	kilogramos
m	Metros
mm	milímetros
min	Minutos
TN	Toneladas

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1 Metodología a seguir en el proyecto.....	5
Figura 2.1 Gráfico de pareto de la facturación.....	11
Figura 2.2 Proceso de Fabricación de Cajas.....	13
Figura 2.3 Capacidad diaria en la línea de Cajas Industriales.....	18
Figura 3.1 Funcionamiento de las máquinas troqueladoras planas.....	36
Figura 3.2 Rama Porta Troquel previo al desmontaje del troquel.....	37
Figura 3.3 Vista Posterior del troquel preparado con el acetato en las cuchillas de menor altura.....	38
Figura 3.4 Rama contra troquel con el arreglo de platina listo para el trabajo.....	40
Figura 3.5 Rama Porta Troquel con la copia contra troquel registrada al troquel a utilizar.....	41
Figura 3.6 Arreglo Registro Descartonador.....	42
Figura 3.7 Mesa de arreglo registro descartonador.....	43
Figura 3.8 Diagrama de Flujo de proceso Bobst.....	49
Figura 3.9 Diagrama de Flujo de Proceso BF-100S.....	50
Figura 3.10 Diagrama de Flujo Para Máquinas Troqueladoras Planas.....	51
Figura 3.11 Hoja de cálculo para toma de tiempo de la máquina Bobst SP102E.....	59
Figura 3.12 Hoja de cálculo para toma de tiempo de la máquina BF-1000.....	60
Figura 3.13 Diagrama de actividades conjuntas para el proceso de cambio de trabajo de repetición en la máquina Bobst.....	66
Figura 3.14 Diagrama de actividades conjuntas para el proceso de cambio de trabajo de repetición en la máquina BF-1000S...	67
Figura 3.15 Disposición de Operadores y Ayudantes Propuestas	69
Figura 3.16 Diagrama de actividades conjuntas propuesto para el proceso de cambio de trabajo de repetición en la máquina Bobst.....	70

Figura 3.17	Diagrama de actividades conjuntas propuesto para el proceso de cambio de trabajo de repetición en la máquina BF-1000S.....	71
Figura 4.1	Diagrama de actividades conjuntas para el proceso previo al cambio de trabajo nuevo en la máquina Bobst.....	79
Figura 4.2	Diagrama de actividades conjuntas para el nuevo proceso de cambio de trabajo nuevo en la máquina Bobst.....	80
Figura 4.3	Diagrama de actividades conjuntas para el proceso previo al cambio de trabajo de repetición con descartonador en la máquina Bobst.....	82
Figura 4.4	Diagrama de actividades conjuntas para el nuevo proceso de cambio de trabajo de repetición con descartonador en la máquina Bobst.....	83
Figura 4.5	Diagrama de actividades conjuntas para el proceso previo al cambio de trabajo nuevo en la máquina BF-1000S.....	85
Figura 4.6	Diagrama de actividades conjuntas para el nuevo proceso de cambio de trabajo nuevo en la máquina BF-1000S.....	86
Figura 4.7	Diagrama de actividades conjuntas para el nuevo proceso de cambio de trabajo nuevo en la máquina BF-1000S luego del balance de actividades.....	88
Figura 4.8	Diagrama de flujo para el cambio de trabajo en la mesa de arreglo de prensa platina.....	94
Figura 4.9	Vista Isométrica de la mesa de arreglo de prensa platina.....	97
Figura 4.10	Escuadra de máquina Bobst con regla.....	99
Figura 4.11	Escuadra de máquina BF-1000s con el lugar sugerido para colocar la regla.....	100
Figura 4.12	Vista superior de la mesa de arreglo de prensa platina.....	103
Figura 4.13	Diagrama de flujo para el cambio de trabajo en la mesa de arreglo de prensa platina después de la tercera etapa del proyecto.....	106
Figura 4.14	Diagrama de flujo para el nuevo proceso de cambio de trabajo luego de la aplicación del sistema SMED.....	113
Figura 5.1	Capacidad diaria en la línea de Cajas Industriales luego de la aplicación del sistema SMED.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1	Análisis de Pareto de la facturación10
Tabla 2	Máquinas y capacidades por proceso.....14
Tabla 3	Productividad por Máquina y proceso.....16
Tabla 4	Productividad del Proceso de troquelado.....19
Tabla 5	Cálculo de la eficiencia de producción para el Proceso de troquelado.....20
Tabla 6	Cálculo de la eficiencia de tiempo disponible para el Proceso de troquelado21
Tabla 7	Resumen del cálculo de indicadores de productividad para el Proceso de troquelado21
Tabla 8	Horas Reportadas en la Bobst SP 102 en el 2006 y análisis de pareto de las horas improductivas.....26
Tabla 9	Horas Reportadas en la BF-1000S en el 2006 y análisis de pareto de las horas improductivas.....27
Tabla 10	Ficha técnica de máquina Bobst SP-102.....32
Tabla 11	Ficha técnica de máquina BF-1000S.....33
Tabla 12	Resumen de actividades y referencias del proceso de montaje.....45
Tabla 13	Resumen de actividades y referencias del proceso de montaje con las diferencias entre máquinas.....47
Tabla 14	Conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según la ASME (1972).....48
Tabla 15	Número recomendado de ciclos por observación.....53
Tabla 16	Tiempos aproximados por actividad en el proceso de montaje.....54
Tabla 17	Suplementos Recomendados por la ILO, 1979.....57
Tabla 18	Resumen de tiempos estándar por actividad en cada máquina.....62
Tabla 19	Resumen de tiempos estándar total en cada máquina64
Tabla 20	Resumen de tiempos estándar total en cada máquina

	después del balance de todos los escenarios	72
Tabla 21	Clasificación de actividades internas y externas del proceso de cambio de trabajo para las máquinas troqueladoras.....	73
Tabla 22	Resumen de tiempos estándar total en cada máquina luego de separar las actividades externas del proceso.....	87
Tabla 23	Resumen de tiempos estándar total en cada máquina luego de separar las actividades externas del proceso luego de balancear el cuarto escenario.....	89
Tabla 24	Resumen de tiempos estándar total en cada máquina para el proceso de cambio trabajo y sus procesos previos luego de la segunda etapa del sistema SMED.....	95
Tabla 25	Tiraje Previo mínimo para la programación de los diversos tipos de troquel al término de la segunda etapa del sistema SME D.	96
Tabla 26	Tiraje Previo mínimo para la programación de los diversos tipos de troquel al término de la tercera etapa del sistema SMED.....	105
Tabla 27	Resumen de tiempos estándar total en cada máquina para el proceso de cambio trabajo y sus procesos previos luego de la tercera etapa del sistema SMED	110
Tabla 28	Resumen de inversiones requeridas en cada máquina para la aplicación del sistema SMED.....	116
Tabla 29	Flujo de caja de la aplicación del sistema SMED.....	119
Tabla 30	Análisis de Tiempo Productivo de la Máquina Bobst SP102E luego de la aplicación del sistema SMED.....	125
Tabla 31	Análisis de Tiempo Productivo de la Máquina BF-1000S luego de la aplicación del sistema SMED.....	126
Tabla 32	Productividad del proceso de troquelado luego de la aplicación del sistema SMED.....	127
Tabla 33	Productividad por máquina y por procesos de la línea de cajas industriales, luego de la aplicación del sistema SMED.....	128

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Dimensiones de la mesa de arreglo de prensa platina
Plano 2	Esquema cinemático de la mesa de arreglo de prensa platina
Plano 3	Componentes del diseño.
Plano 4	Componentes del diseño.
Plano 5	Componentes del diseño.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El sistema SMED, acrónimo de las palabras inglesas “***Single minute exchange of die***”, que significa cambio de troquel en un minuto fue desarrollado por el japonés Shigeo Shingo en 1969, mientras trabajaba para Toyota.

Esta metodología de reducción de desperdicios tiene como propósito minimizar la cantidad de tiempo que se gasta cuando se realizan cambios de Herramientas, reducir los períodos de inactividad, aumentar la flexibilidad de la producción, evitar la necesidad de largos procesos de fabricación y de grandes lotes. El inventario de materiales se puede reducir espectacularmente y hay menos necesidad de mantener grandes niveles de productos terminados para cubrir las interrupciones de producción.

1.1 Antecedentes.

La empresa en que se desarrolló el proyecto trabaja bajo el sistema ***“Make to Order”*** que genera una alta variedad de productos y la necesidad de realizar constantemente cambios de producción. Debido a que estos tiempos de cambio de producción son muy largos es necesario programar corridas largas reduciendo la flexibilidad y la capacidad de respuesta de la fábrica.

Esta situación se vuelve crítica cuando se tiene estos periodos improductivos en el cuello de botella de la línea. Para cumplir con la demanda de productos es necesario que esta sección trabaje con tiempos mínimos de interrupciones en su producción, con estos antecedentes se plantea la utilización del sistema **SMED** como primera medida de reducción del tiempo improductivo.

1.2 Objetivos.

El presente estudio tiene como objetivo principal la reducción del tiempo de preparación en las máquinas troqueladoras de la empresa, debido a que estas son el cuello de botella de la línea de cajas industriales.

En la actualidad, el tiempo productivo de esta sección esta alrededor del 60%, luego de la realización del estudio se piensa aumentar el mismo al 75%. Esto generará en un ahorro en la fabricación de cada orden de producción. Este ahorro se identificará con un análisis de costo-beneficio al finalizar el estudio.

1.3 Metodología

Para desarrollar este proyecto se utilizará una metodología que se fundamenta en 4 etapas:

1. Identificación de las líneas a mejorar.
2. Análisis de productividad de esas líneas.
3. Aplicación del sistema SMED
4. Medición de resultados.

La primera etapa se inicia revisando la facturación de todas las líneas de productos, luego se procede a seleccionar las principales de acuerdo al nivel de facturación.

En la segunda etapa se analiza la productividad de las líneas seleccionadas , revisando sus procesos e identificando los cuellos de botella.

En la tercera etapa se desarrolla el sistema SMED con sus 4 fases, una preeliminar de familiarización del proceso de cambio de troqueles, seguida de la separación de ajustes internos y externos, la transformación de ajustes internos en externos y finalmente la racionalización de los aspectos de la operación de cambio.

En la ultima etapa del proyecto se realizará un análisis costo-beneficio y se decidirá la implementación del sistema SMED, de ser necesario se realizaran ajustes que hagan económicamente viable el proyecto. Finalmente se implementa y se mide los resultados obtenidos.

En la figura 1.1 se muestra un esquema de la metodología a seguir.

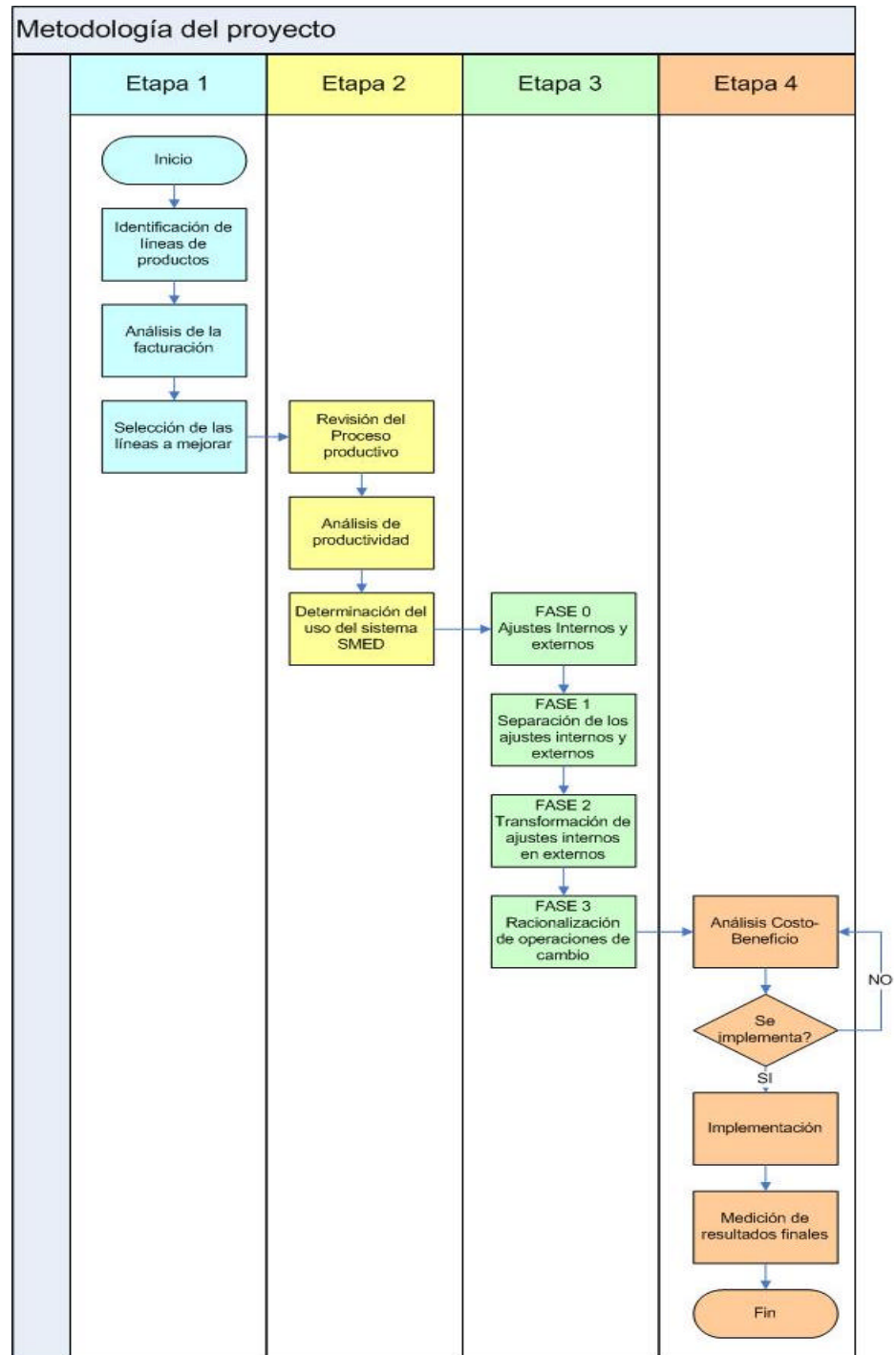


FIGURA 1.1 METODOLOGÍA A SEGUIR EN EL PROYECTO

1.4 Estructura de la Tesis.

El presente trabajo presenta las 4 etapas , mencionadas en el punto anterior, en 5 capítulos, precedidos de un capítulo preliminar.

Etapas 1 y 2

El **capítulo 2** engloba las 2 primeras etapas del proyecto . Se analiza la problemática de la empresa identificando sus principales líneas a través de un análisis de facturación, se describe el proceso productivo de las líneas seleccionadas y se identifica el cuello de botella y se analiza la productividad del mismo.

Etapas 3

El **capítulo 3** describe la situación actual del proceso de cambio de herramientas. Se determina el tiempo de duración actual detallado por actividad, luego se expone en diagramas las actividades que realizan los involucrados en el proceso, y se concluye con la identificación de las operaciones internas y externas de los procesos mencionados.

El **capítulo 4** está enfocado en las siguientes 3 fases del SMED. Se separan las actividades externas, se analiza las internas con el fin de eliminarlas o convertirlas en externas y se reduce el tiempo de las

mismas . Se define el nuevo proceso de montaje y a partir de este se realiza el análisis costo-beneficio que inicia la etapa final.

Etapas 4

El **capítulo 5** analiza nuevamente la productividad del cuello de botella y de las líneas seleccionadas en general, además se plantea indicadores de gestión para el control del proceso de cambio a futuro y se miden los resultados finales.

El **capítulo 6** incluye las conclusiones del proyecto y las recomendaciones para futuros proyectos similares.

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA DE CAJAS INDUSTRIALES

2.1 Introducción.

La empresa en que se desarrolla el proyecto cuenta con 20 líneas de productos en su división de litografía industrial y publicitaria. Debido a que todas las líneas presentan problemas de producción, inventarios en proceso y retrasos, es necesario segmentar la cartera de productos antes de comenzar el estudio para así enfocar los recursos a las líneas más representativas.

Por este motivo se decidió comenzar con un análisis de facturación de sus 20 líneas para lo cual se aplicó la ley de pareto con respecto al monto de facturación y posteriormente la clasificación de la líneas según su importancia en A, B y C.

2.2 Análisis de Pareto en la facturación.

El análisis se realizó tomando las facturaciones del año 2006. Sumando las facturaciones mensuales se ordenan en forma descendente, se calcula el porcentaje de facturación de cada línea y se realiza la suma acumulativa hasta llegar al 80%. Estas líneas son las de mayor importancia para la empresa.

La tabla 1 muestra el análisis anteriormente explicado.

Como parte del análisis de Pareto se debe cumplir la ley 80/20 para nuestro caso particular el 83% de la facturación está en el 20% de las líneas de productos. Estos son los productos A de la Empresa.

Las 4 líneas que se extraen de este análisis son:

- Cajas de Camarón.
- Cajas industriales.
- Afiches y Folletos.
- Cajas laminados.

TABLA 1
ANÁLISIS DE PARETO DE LA FACTURACIÓN

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	%	% Acum.	Tipo
LITOGRAFIA INDUSTRIAL																
CAJAS DE CAMARON	\$240,123	\$183,543	\$277,601	\$215,841	\$246,557	\$190,547	\$213,642	\$210,196	\$206,750	\$203,305	\$199,859	\$196,413	\$2,584,376	33%	33%	A
CAJAS INDUSTRIALES	\$137,325	\$151,372	\$148,917	\$205,464	\$170,675	\$191,615	\$200,152	\$196,178	\$202,204	\$179,230	\$180,256	\$185,591	\$2,148,980	27%	60%	A
AFICHES Y FOLLETOS	\$58,956	\$60,013	\$78,465	\$87,522	\$121,734	\$111,104	\$112,595	\$102,794	\$98,792	\$74,069	\$83,790	\$66,789	\$1,056,623	13%	73%	A
CAJAS LAMINADOS	\$46,748	\$51,047	\$76,497	\$37,797	\$47,697	\$90,867	\$75,627	\$80,537	\$78,447	\$82,357	\$87,267	\$72,176	\$827,063	10%	83%	A
ETIQUETAS	\$12,444	\$20,466	\$18,241	\$17,960	\$31,032	\$36,308	\$37,816	\$42,122	\$46,429	\$50,736	\$55,043	\$59,350	\$427,946	5%	89%	B
REVISTAS-LIBROS	\$54,849	\$94,604	\$12,012	\$25,579	\$22,869	\$34,852	\$10,632	\$20,365	\$25,654	\$30,354	\$24,356	\$11,037	\$367,162	5%	93%	B
SOBRES	\$28,608	\$24,152	\$26,508	\$24,410	\$17,830	\$22,546	\$18,872	\$17,404	\$15,936	\$14,469	\$13,001	\$11,533	\$235,270	3%	96%	B
PROVEDURIA	-	-	-	-	\$8,918	\$9,260	\$8,570	\$9,135	\$9,257	\$8,957	\$9,218	\$9,135	\$72,450	1%	97%	C
CALEND.- MOT. NAVID.	\$16,377	-	-	-	\$1,457	-	-	-	-	-	\$15,877	\$13,567	\$47,279	1%	98%	C
CUADERNOS	\$5,352	\$11,195	\$11,039	-	-	-	-	-	-	\$11,195	-	-	\$38,781	0%	98%	C
AGENDAS BIDTARIAS	\$11,810	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$12,010	\$12,280	\$36,100	0%	99%	C
TARIFAS	-	-	\$1,050	\$9,305	\$11,437	-	\$1,110	-	-	\$10,651	-	-	\$33,553	0%	99%	C
FACTURAS	\$1,131	\$352	\$2,754	\$595	\$2,208	\$1,247	\$1,780	\$1,894	\$2,008	\$2,122	\$2,236	\$2,350	\$20,680	0%	99%	C
IMPRESION LASER	\$550	\$1,177	\$2,545	\$1,191	\$2,048	\$250	\$1,269	\$1,263	\$1,256	\$1,249	\$1,242	\$1,235	\$15,275	0%	100%	C
COLGANTES	\$876	\$1,210	-	\$2,148	\$1,643	-	\$1,544	\$1,878	-	\$1,138	\$633	-	\$11,069	0%	100%	C
CUPONES	-	\$1,665	\$1,665	\$1,665	\$1,665	\$1,665	-	-	\$1,665	-	-	\$1,665	\$8,325	0%	100%	C
COMPROBANTES	\$983	-	\$481	-	\$1,875	-	\$983	-	\$481	-	\$1,875	-	\$6,678	0%	100%	C
CITIBANK	-	-	-	-	\$893	-	-	-	-	-	\$867	-	\$1,760	0%	100%	C
TARJETAS	\$610	-	-	-	-	-	\$637	-	-	-	-	-	\$1,247	0%	100%	C
TARJ. PRESENTACION	-	-	-	-	\$80	\$530	\$200	-	-	-	-	\$150	\$960	0%	100%	C
TOTAL	\$616,744	\$600,797	\$657,775	\$629,476	\$687,287	\$690,793	\$685,428	\$683,765	\$688,880	\$669,830	\$687,529	\$643,271	\$7,941,576	100%		

Este resultado se confirma a través de la gráfica de pareto donde se traza una línea recta en el 80% de la gráfica y luego se traza otra línea perpendicular a la anterior que atraviesa el histograma de las líneas de productos. A continuación la figura 2.1 muestra la gráfica de pareto de la facturación de la empresa.

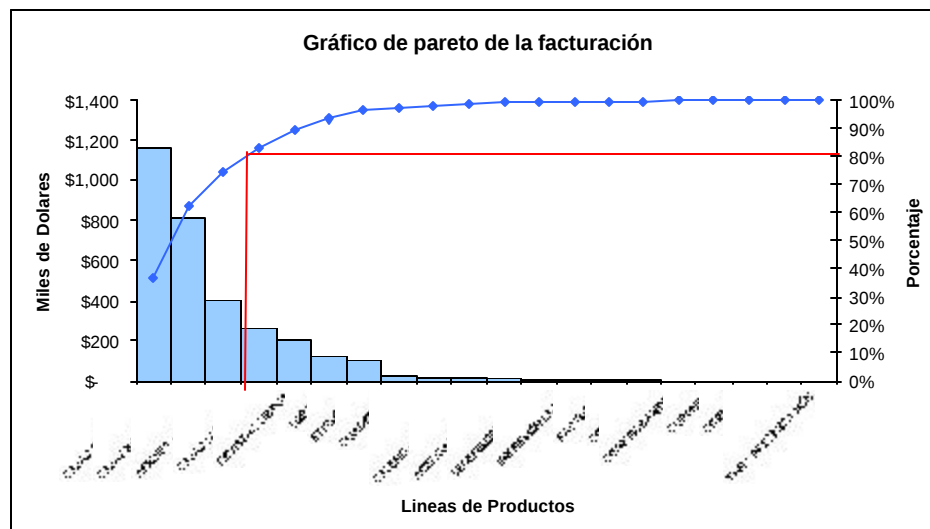


FIGURA 2.1 GRÁFICO DE PARETO DE LA FACTURACIÓN

Entre las líneas antes mencionadas por el gráfico descartamos la línea de laminados en principio porque tiene un proceso muy similar al de las 2 primeras líneas, además descartaremos la línea de afiches y folletos por que en ella solo se utilizan las máquinas de impresión.

De esta manera para la realización del proyecto consideraremos las 2 primeras líneas que son las líneas cajas de camarón y cajas industriales que juntas representan el 62% de la facturación de la empresa, las otras líneas podrán ser analizadas en futuros proyectos.

2.3 Descripción del proceso e identificación del cuello de botella de las líneas seleccionadas para mejoramiento de la productividad.

El proceso de fabricación de cajas industriales tiene 5 subprocesos que son Conversión, Impresión, Troquelado, Descartonado y Pegado.

Conversión.- es el subproceso donde se convierten las bobinas de papel o cartulina en pliegos según lo requerido en cada orden de producción, luego de la conversión si es necesario se ajusta la medida del formato refilando el material en las guillotinas.

Impresión.- es el subproceso en que se imprime el diseño de las cajas que se recibe del departamento de arte, en este proceso se controlan los colores de la caja que deben estar aprobados por el cliente.

Troquelado.- en este proceso las láminas impresas son cortadas a presión y adquieren la forma del diseño de la caja. La lámina adquiere las características de doblado y los cortes que necesite.

Descartonado.- este es un proceso manual en el cual se desprende el desperdicio del troquelado y se prepara la caja para pasar por la máquina pegadora.

Pegado.- en este proceso las cajas son dobladas en 2 esquinas y pegadas en un solo extremo de manera que esté lista para ser formada con facilidad.

A continuación la figura 2.2 muestra un diagrama de bloques del proceso descrito.



FIGURA 2.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS

Cada proceso cuenta con diferentes capacidades de producción y diferente número de máquinas.

La tabla 2 muestra las máquinas existentes en cada proceso y sus respectivas capacidades de producción.

TABLA 2
MÁQUINAS Y CAPACIDADES POR PROCESO.

Proceso	Maquina	Capacidad	Total
Conversion	Convo 14	8000 Pl/Hr	8000 Pl/Hr
Impresión	Man Roland 700	12000 Pl/Hr	25000 Pl/Hr
	Heidelberg 2C	8000 Pl/Hr	
	Roland 4C	5000 Pl/Hr	
Troquelado	Bobst SP 102	6000 Pl/Hr	10000 Pl/Hr
	BF-1000S	4000 Pl/Hr	
Descartonado	Manual	7000 Pl/Hr	7000 Pl/Hr
Plegado	Diana	20000 Cj/Hr	40000 Cj/Hr
	Amazon	20000 Cj/Hr	

Están son las capacidades teóricas de las máquinas, considerando en el área de impresión las máquinas Man Roland 700 y Roland 4C imprimen trabajos en 4 colores, y la máquina Heidelberg 2C solo trabajos en 2 colores.

Los procesos son controlados mes a mes a través de sus indicadores de productividad, los cuales se calculan por medio de los datos ingresados en los reportes diarios de producción.

El cálculo de la productividad se realiza en base al nuevo concepto de eficiencia, Eficiencia Total del Equipo (ETE), el cual se basa en el producto de 3 eficiencias que son, de tiempo disponible, de producción y de calidad. Las cuales se explican a continuación.

A: Tiempo Real en Horas.

B: Tiempo de paros planeados en Horas.

C: $A - B$ Tiempo disponible en Horas.

D: Tiempo de paros no planeados.

E: $C - D$ Tiempo de Operación.

F: E/C EFICIENCIA EN TIEMPO DISPONIBLE.

G: Producción Real + K

H: Velocidad Teórica.

I: $E \times H$ Producción Teórica.

J: G/I EFICIENCIA EN PRODUCCIÓN

K: Producción rechazada.

L: $(G - K)/G$ EFICIENCIA EN CALIDAD

Eficiencia Total del Equipo = $F \times J \times L \times 100\%$

En este caso el tiempo de operación es las horas tiro reportadas en el sistema y eso dividido para el total de horas que se reportan en el mes, para obtener la eficiencia del tiempo disponible. La eficiencia de producción es obtenida de la velocidad real promedio en el mes dividido para la velocidad teórica.

Además no tomaremos en cuenta la eficiencia de calidad puesto a que en artes graficas el producto defectuoso de un proceso también se utiliza en los procesos posteriores para efectos de realizar registro y calibraciones. Por tanto el factor K toma el valor de 0 y por lo tanto L toma un valor de 1.

La tabla 3 muestra los datos mencionados anteriormente y el cálculo de la productividad por máquina y por proceso

TABLA 3
PRODUCTIVIDAD POR MÁQUINA Y PROCESO.

Proceso	Maquina	Capacidad	% E.T.D (F)	% E.P (J)	Hrs/dia	Prod. Diaria	Prod. Diaria
Conversion	Convo 14	8000 Pl/Hr	78%	90%	24	135.475 Pl/día	135.475 Pl/día
Impresión	Man Roland 700	12000 Pl/Hr	53%	72%	12	54.857 Pl/día	178.183 Pl/día
	Heidelberg 2C	8000 Pl/Hr	51%	76%	24	74.027 Pl/día	
	Roland 4C	5000 Pl/Hr	53%	78%	24	49.297 Pl/día	
Troquelado	Bobst SP 102	6000 Pl/Hr	60%	78%	24	64.471 Pl/día	95.405 Pl/día
	BF-1000S	4000 Pl/Hr	62%	55%	24	30.933 Pl/día	
Descartonado	Manual	7000 Pl/Hr	96%	100%	24	161.280 Pl/día	161.280 Pl/día
Plegado	Diana	20000 Cj/Hr	55%	81%	24	213.588 Pl/día	387.373 Pl/día
	Amazon	20000 Cj/Hr	53%	68%	24	173.784 Pl/día	

Por ejemplo la máquina Convo 14, cuya capacidad 8000 Pl/Hora multiplicando por los 2 factores de eficiencia en un día de 24 Horas su productividad llega a 135475 Pl/día.

Al observar las productividades diarias por proceso se evidencia una productividad más baja en el proceso de troquelado llegando a 95.405 Pliegos por día lo que representa 190.000 cajas diarias ya que se trabaja con formatos de 2 cajas por pliego.

Para esta línea la demanda es de 300.000 cajas diarias por lo que el proceso de troquelado cumple con el concepto de cuello de botella y es el que rige la productividad de toda la línea de cajas industriales.

Esta diferencia de productividad en cada proceso se aprecia mejor gráficamente, la figura 2.3 muestra la productividad diaria por proceso en la línea de cajas industriales.

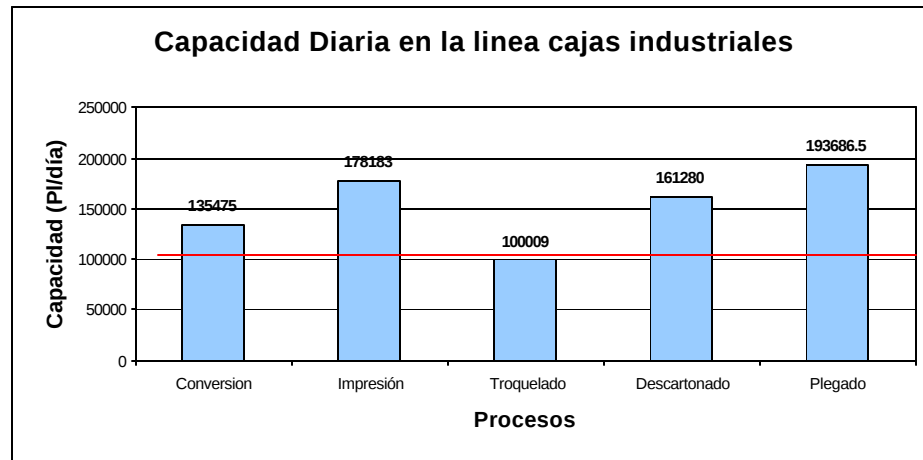


FIGURA 2.3 CAPACIDAD DIARIA EN LA LINEA DE CAJAS INDUSTRIALES.

La línea roja en la figura representa el nivel de productividad de toda la línea de cajas industriales, la cual coincide con el proceso de troquelado.

2.4 Análisis del cuello de Botella.

Una vez identificado el cuello de botella es necesario realizar un análisis de la productividad del mismo, debido a que es el proceso que marca el ritmo a toda la línea de producción y al aumentar su productividad aumentará la de toda la línea.

La clave de este análisis es determinar cual de todos los factores que intervienen en la productividad es el más crítico o el más factible de mejorar, en nuestro caso la capacidad teórica y las horas de trabajo por día son constantes de modo que solo analizaremos los 2 factores restantes como son la eficiencia de producción y la eficiencia de tiempo disponible.

El proceso de troquelado cuenta con 2 máquinas que son la **Bobst SP 102** y la **BF-1000S**, la tabla 4 muestra los factores mencionados anteriormente para realizar el análisis.

TABLA 4
PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO

Proceso	Maquina	Capacidad	% Rend.	% T. Produc.	Hrs/dia	Prod. Diaria	Prod. Diaria
Troquelado	Bobst SP 102	6000 Pl/Hr	78%	60%	24	64.471 Pl/día	95.405 Pl/día
	BF-1000S	4000 Pl/Hr	55%	62%	24	30.933 Pl/día	

Si observamos los indicadores podemos darnos cuenta que en el caso de Bobst SP102 es más crítico mejorar la eficiencia de tiempo disponible, pero en el caso de la BF-1000S es necesario mejorar la eficiencia de producción de la máquina. Esta situación nos lleva realizar un análisis global para decidir que factor de eficiencia es necesario mejorar.

En el caso del rendimiento procederemos de la siguiente manera, se multiplica la capacidad teórica de cada máquina por su porcentaje de rendimiento estos valores se suman y el valor que se obtiene es la producción promedio por hora de todo el proceso de troquelado este valor se divide para la producción teórica de todo el proceso que es la suma de las capacidades teóricas de cada máquina, la tabla 5 muestra el cálculo de la eficiencia de producción para todo el proceso de troquelado.

TABLA 5
CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN PARA EL
PROCESO DE TROQUELADO

Proceso	Maquina	Capacidad	% Rend.	Produccion Promedio	Produccion Promedio Torqueles	% Rend. Total
Troquelado	Bobst SP 102	6000 Pl/Hr	78%	4680 Pl/Hr	6872 Pl/Hr	69%
	BF-1000S	4000 Pl/Hr	55%	2192 Pl/ Hr		

Para el cálculo de la eficiencia de tiempo disponible utilizaremos las horas totales trabajadas por ambas máquinas en los meses enero a mayo del 2006 y clasificadas en horas productivas e improductivas, la suma del total de horas productivas la dividimos para el total de horas trabajadas, la tabla 6 muestra el calculo de la eficiencia de tiempo disponible para el proceso de troquelado.

TABLA 6
CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE TIEMPO DISPONIBLE PARA EL
PROCESO DE TROQUELADO

Proceso	Maquina	Horas trabajadas	Horas Productivas	Horas Improductivas	% Tiempo. Produc.
Troquelado	Bobst SP 102	2,470.40	1,490.50	979.90	60%
	BF-1000S	2,262.49	1,402.86	859.63	62%
	TOTAL	4,732.89	2,893.36	1,839.53	61%

En resumen analizando los 2 indicadores se determina que el más crítico para aumentar la productividad en el proceso de troquelado es la eficiencia de tiempo disponible. El siguiente paso es realizar el análisis de las horas productivas e improductivas. La tabla 7 muestra el resumen del cálculo de los indicadores de productividad.

TABLA 7
RESUMEN DEL CÁLCULO DE INDICADORES DE
PRODUCTIVIDAD PARA EL PROCESO DE TROQUELADO

Proceso	Maquina	% Rend.	% Rend. Total	% T. Produc.	% T. Produc. Total
Troquelado	Bobst SP 102	78%	69%	60%	61%
	BF-1000S	55%		62%	

Ambas máquinas trabajan 24 horas en 2 turnos de 12 horas, cada turno recibe su programación y al final del turno debe reportar en el sistema sus 12 horas trabajadas, la programación consta de horas tiro

que son en las cuales la máquina esta corriendo y horas cambio en las que la máquina se detiene para cambiar de orden de producción.

En caso de no cumplir la programación existen códigos improductivos que justifican el tiempo perdido y por el cual no se completo las órdenes que fueron programadas para el turno, en la actualidad existen 15 códigos improductivos los cuales son:

- **ALMUERZO.-** es el tiempo en que los operadores van al comedor para almorzar y se para la máquina.
- **ARREGLO EN MACREN.-** Cuando un troquel tiene cuchillas dobladoras muy juntas, las matrices resultan muy gruesas para ser colocadas sobre las cuchillas, por lo que es necesario adaptar las matrices en láminas de papel a este proceso se lo conoce como arreglo de macren,
- **CALIBRANDO MÁQUINA.-** Cuando se cambia el espesor del material es necesario cambiar toda la calibración de la máquina.
- **CAPACITACION.-** Es el tiempo en que se reúne al personal para dar indicaciones de trabajos o tratar problemas relacionados con su trabajo.

- ESPERA, MATERIAL EN PROCESO.- Tiempo de espera al proceso anterior en este caso Impresión.
- FALTA DE SUPERVISION.- Cada trabajo necesita ser aprobado por el supervisor y en caso de su ausencia los operadores no pueden continuar sin la aprobación.
- LIMPIEZA Y LUBRICACION MÁQUINA.- Cuando se termina una jornada de trabajo se debe dejar la máquina limpia de los residuos que se generan en los trabajos.
- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Son los mantenimientos programados de la máquina.
- OPERABILIDAD POR OPERADOR.- Cuando un operador no esta lo suficientemente capacitado para realizar un trabajo califica con este código su improductividad.
- REGISTRO DESCARTONADOR.- En la máquina Bobst SP-102 existen trabajos que pueden ser descartados por la propia máquina, este registro es considerado aparte.
- REPARACIÓN.- El Tiempo en que la máquina se daña y recibe un mantenimiento correctivo.
- SIN ENERGIA.- Cuando la máquina carece de suministro eléctrico o de aire de los compresores.
- Sin O/P.- Son las horas en que no se tiene orden de producción por procesar.

- SIN TROQUEL.- Cuando un troquel no esta terminado, es necesario de esperar su terminación para comenzar a registrar el trabajo.
- TROQUEL DEFECTUOSO.- Los troqueles que son confeccionados y tienen algún tipo de defecto no permiten que se registre continuamente, es necesario repararlo.

Para analizar la productividad del área de troqueles se tomó las horas reportadas en el año 2006 y se evaluó mediante el análisis de pareto las causas de improductividad.

Las tablas 8 y 9 muestran las horas productivas e improductivas de las máquinas Bobst SP-102 y BF-1000S respectivamente.

Como se observa en ambas máquinas las principales razones de improductividad son las horas cambio, no obstante hay mas códigos improductivos que se pueden asociar al cambio, como es el caso del arreglo de Macren, calibración de máquina, el registro descartonador y la falta de troquel.

A partir de estos resultados se determina que es necesario enfocarse en la reducción de las horas cambio, como primera medida para aumentar el porcentaje de tiempo productivo en el área de troqueles.

2.5 Justificación de la aplicación del Sistema SMED.

Como parte del mejoramiento de la productividad, la propuesta principal del proyecto es la aplicación del sistema SMED en el proceso de troquelado, este sistema permitirá:

Aumentar la eficiencia de tiempo disponible, las estadísticas del SMED proyectan una reducción de los tiempos de cambio en un 10% del tiempo inicial, lo cual en nuestro caso nos llevaría a un porcentaje de tiempo productivo del 84%, mejorando en 23 puntos de la situación actual mejorando en un 39% la productividad total de la línea, un impacto similar tendremos en la facturación de estas líneas.

TABLA 8
HORAS REPORTADAS EN LA BOBST SP 102 EN EL 2006 Y ANÁLISIS DE PARETO DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS.

BOBST MODELO SP 102												
TIROS (Plegos)												
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1.612.014	1.278.501	770.206	1.597.270	1.767.650	1.434.144	1.517.149	1.460.148	1.423.153	1.451.576	1.495.889	1.207.883	17.015.545
HORAS PRODUCTIVAS												
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
336.00	265.50	176.00	355.50	357.50	311.70	302.70	306.40	297.67	314.40	304.23	283.27	3.609.87
HORAS IMPRODUCTIVAS												
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
HORAS CAMBIO	97.00	66.00	136.50	142.25	146.40	152.40	150.00	162.00	135.30	139.70	142.40	1.564.45
ALMUERZO	26.50	12.99	21.50	14.50	12.20	20.00	24.00	16.00	14.00	22.00	20.00	225.19
LIMPIEZA Y LUBRICACION MAQUINA	12.00	13.00	6.50	8.00	7.00	8.00	6.00	8.00	4.00	8.00	10.00	94.55
TROQUEL DEFECTUOSO	7.50	19.83	11.88	6.00	10.73	5.00	4.00	7.00	8.00	2.00	-	92.94
ESPERA MATERIAL EN PROCESO	40.50	37.00	4.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	83.50
REGISTRO DE CARTONADO	12.00	10.50	11.00	6.00	5.60	3.50	6.00	2.00	-	1.00	-	77.60
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	5.00	3.50	-	6.00	4.30	3.00	2.00	3.00	6.00	15.00	4.00	60.83
REPARACION	2.00	1.00	7.00	6.50	8.00	9.50	2.00	-	11.00	7.00	4.00	59.00
CALIBRANDO MAQUINA	4.50	6.00	1.50	11.50	4.50	2.00	-	3.00	2.00	-	-	39.00
Sin OIE	6.00	8.00	0.50	-	6.00	-	-	-	3.00	-	4.00	27.50
SIN ENERGIA	-	1.00	0.50	2.00	-	-	-	-	1.00	-	-	11.50
ARREGLO EN MACREN	3.50	1.50	-	1.50	-	-	-	-	3.00	1.00	-	10.50
SIN TROQUEL	-	-	1.00	2.00	-	-	-	2.00	-	1.00	-	9.50
CAPACITACION	-	0.50	-	-	-	-	1.00	-	2.00	-	-	3.50
FALTA DE SUPERVISION	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	3.00
Total Horas Improductivas	216.50	200.00	203.33	211.25	204.84	203.40	195.00	203.00	189.30	196.70	190.40	2.362.56
Total Horas	552.50	465.50	324.82	568.75	516.54	506.10	500.40	500.67	503.70	500.93	473.67	5.972.43
ANALISIS												
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
3. VELOCIDAD PROMEDIO (Plegos/hora)	4.797.66	4.815.45	4.376.17	4.934.02	4.601.03	5.012.04	4.781.10	4.780.97	4.616.97	4.916.87	4.264.07	4.699.99
2. PRODUCTIVIDAD %	61%	57%	54%	63%	60%	60%	61%	59%	62%	61%	60%	60%
1. IMPRODUCTIVIDAD %	39%	43%	46%	37%	40%	40%	39%	41%	38%	39%	40%	40%

TABLA 9
HORAS REPORTADAS EN LA BF-1000S EN EL 2006 Y ANÁLISIS DE PARETO DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS.

B.F.1000	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
TIROS (Plegues)	586.966	543.711	760.283	419.168	737.600	697.908	680.236	647.884	619.201	733.253	750.926	662.963	7.839.698

HORAS PRODUCTIVAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
HORAS TIROS	252.49	257.37	315.00	191.00	387.00	293.67	277.50	269.20	290.00	260.60	241.50	275.40	3.310.73

HORAS IMPRODUCTIVAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	%	% Ac	Tipo
HORAS CAMBIO	64.00	85.13	115.00	63.50	114.00	103.18	102.69	104.19	113.78	114.22	106.70	110.21	1.196.53	59%	59%	A
ALMUERZO	24.00	18.50	24.50	13.50	16.00	24.00	24.00	20.00	22.00	20.00	24.00	24.00	254.50	13%	72%	A
ESPERA MATERIAL EN PROCESO	50.50	33.50	39.00	5.50	19.50	10.50	5.00	4.00	3.00	-	-	-	170.50	8%	90%	A
TROQUEL DEFECTUOSO	16.50	4.50	10.50	21.50	2.50	7.80	6.70	8.00	12.50	13.00	14.00	16.00	138.50	7%	87%	B
REPARACION	7.50	1.00	8.00	2.00	25.00	19.50	3.00	7.00	3.00	9.00	6.00	3.00	94.00	5%	92%	B
LIMPIEZA Y LUBRICACION MAQUINA	6.00	6.00	5.50	3.00	6.00	4.40	4.10	8.00	3.50	3.20	2.80	2.60	55.20	3%	99%	B
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	-	5.50	0.00	2.00	2.00	4.00	6.00	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	33.50	2%	96%	C
CALIBRANDO MAQUINA	3.50	2.00	0.50	3.50	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.75	21.25	1%	97%	C
OPERABILIDAD POR OPERADOR	4.00	-	-	4.00	7.00	-	-	1.00	1.00	-	-	2.00	19.00	1%	98%	C
SINTROQUEL	1.00	6.50	-	1.50	-	2.00	1.00	-	2.50	-	2.00	1.00	17.50	1%	99%	C
ARREGLO EN MACREN	-	-	-	-	1.00	-	3.00	-	4.00	-	2.00	-	10.00	0%	100%	C
SIN O/P	-	2.00	-	-	1.00	-	3.00	-	-	2.00	-	1.00	9.00	0%	100%	C
Total Horas Improductivas	177.00	164.63	203.00	120.00	195.00	176.33	160.49	156.19	168.22	166.42	163.60	164.56	2.014.48			
Total Horas	429.49	422.00	518.00	311.00	582.00	470.06	437.99	425.39	458.22	426.02	405.10	439.96	5.325.21			

ANALISIS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
3. VELOCIDAD PROMEDIO (Plegues/hora)	2.324.71	2.112.57	2.413.60	2.194.60	1.905.94	2.376.57	2.451.30	2.406.70	2.135.18	2.013.71	3.109.42	2.405.82	2.190.28
2. PRODUCTIVIDAD %	59%	61%	61%	61%	65%	62%	63%	63%	63%	63%	60%	63%	62%
1. IMPRODUCTIVIDAD %	41%	39%	39%	39%	34%	38%	37%	37%	37%	39%	40%	37%	38%

Otro argumento que justifica la utilización del sistema SMED es la reducción de costos en las órdenes de producción debido a que las horas cambio son parte del costo de horas máquina que se cobra al cliente, de modo que al reducirse los tiempos de cambio permite obtener un mayor margen de rentabilidad o en su defecto plantear un mejor precio al cliente.

Finalmente, otro de los grandes beneficios es la flexibilidad en la línea de producción, necesaria en las empresas de este tipo, en que la variabilidad de sus productos es muy alta. Esto permitirá un mejor cumplimiento de las entregas parciales que se programan semanalmente y una mayor satisfacción de nuestros clientes.

2.6 Conclusiones.

En este capítulo se analizó la cartera de productos de la empresa mediante un análisis de Pareto y se seleccionaron las 2 principales líneas de productos de un total de 20. Estas líneas tenían el mismo proceso productivo de manera que fue considerado como uno solo.

En el proceso se identificó como cuello de botella al proceso de troquelado, que limita la productividad de toda la línea, luego se

procedió a realizar un análisis de productividad donde se escogió la eficiencia de tiempo disponible como el más crítico y necesario de mejorar.

Dentro del análisis del tiempo productivo e improductivo se identificó mediante el análisis de pareto a las horas cambio como el principal motivo de improductividad lo que nos llevó a concluir que la mejor manera de mejorar la eficiencia de tiempo disponible y al mismo tiempo la productividad de la línea de producción es la aplicación del sistema SMED. Justificamos su utilización por 3 aspectos principales que son el aumento de la productividad, la reducción de costos en las órdenes de producción y el aumento de la flexibilidad de la línea de producción.

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ESTUDIO DE TIEMPOS

3.1 Introducción.

Previo a la aplicación del sistema SMED es necesario realizar un análisis de la situación actual en la que se encuentra el proceso de montaje de las máquinas troqueladoras que serán estudiadas, así como determinar el tiempo promedio que toma cada actividad en dicho proceso. Con esta información se tendrá una idea clara de los puntos clave del proceso y esto permitirá plantear las primeras mejoras en el proceso eliminando las actividades que no agregan valor.

Con este fin se comienza con la descripción del proceso de montaje de las 2 máquinas a estudiar, la Bobst SP 102 y BF-1000, el levantamiento del proceso se realiza por medio de la observación y entrevista con los operadores.

3.2 Descripción del proceso de montaje de las máquinas Bobst

SP102 y BF-1000.

Previo al descripción del proceso de montaje se realiza una breve descripción técnica de las máquinas y el funcionamiento de las mismas , de esta manera se tiene una idea clara de los aspectos que comprende el proceso de troquelado en las artes graficas .

Las condiciones en que se encuentra la maquinaria es un factor predominante dentro del proceso montaje, debido a que influyen directamente en los tiempos de calibración y en la precisión de registros en cada trabajo.

Las fichas técnicas de las máquinas contienen información acerca de la fabricación, formatos, pesos y calibres de material. Las medidas de los troqueles a utilizar en cada máquina y finalmente otras características como la potencia total, presiones y velocidades.

Las tablas 10 y 11 muestran las fichas técnicas de las máquinas Bobst SP-102 y BF-1000S respectivamente.

TABLA 10
FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA BOBST SP-102.

FICHA TECNICA	
Troqueladora Bobst – Modelo SP102 SE	
	
Fabricación	2001
Actividad	Troqueladora Plana
Formato Máximo	102 X 72 cm.
Formato Mínimo	40 X 35.5 cm.
Peso Máximo	2.000 grs./m2
Peso Mínimo	90 grs./m2
Calibre Máximo	4 mm.
Margen de Pinza	9 a 17 mm.
Tamaño máximo de cuchillas en el troquel	102 X 72 cm.
Tamaño interior del marco porta troquel	104 X 74 cm.
Potencial Total	5.2 Kw.
Fuerza de Troquelado Máximo	250 Tn.
Velocidad Máxima	6000 tiros/h

TABLA 11
FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA BF-1000S.

FICHA TECNICA	
Troqueladora Lijima BF-1000S	
	
Fabricación	1976
Actividad	Troqueladora Plana
Formato Máximo	70 X 99.8 cm.
Formato Mínimo	35.5 X 55 cm.
Peso Máximo	2.000 grs./m2
Peso Mínimo	90 grs./m2
Calibre Máximo	2.5 mm.
Margen de Pinza	8 a 10 mm.
Tamaño máximo de cuchillas en el troquel	68.2 X 99 cm.
Tamaño interior del marco porta troquel	70.2 X 104 cm.
Potencial Total	10.1 Kw.
Fuerza de Troquelado Máximo	150 Tn.
Velocidad Máxima	4000 tiros/h

Las troqueladoras planas constan de 5 unidades por donde pasa el material, las cuales son: Alimentadora, Mesa de marcado, Prensa de platina, Estación de expulsión y Recepción.

Alimentadora.- Se coloca la pila de hojas sobre un pallet, la pila es preparada fuera de la máquina, las hojas son pasadas una a una

hacia la siguiente unidad por medio del grupo de aspiración que se encuentra sincronizado con los movimientos de la máquina y controla el ascenso de la pila a medida que pasan las hojas, el grupo de aspiración cuenta con 2 tipos de ventosas, levantadoras y transportadoras. Además cuenta con el sistema Non-stop que permite una alimentación continua de la máquina.

Mesa de Marcado.- Su función consiste en encaminar en capa las hojas provenientes de la alimentadora hasta la introducción, en que se realiza el taqueado frontal y lateral con respecto al extremo de la hoja, el transporte de las hojas se realiza a través de correas presionadas por varios tipos de roldanas que cambian de posición según el material.

Prensa de platina.- En esta unidad se efectúa el troquelado / hendido / gofrado del material, a través de la presión que ejercen las 2 ramas, una porta troquel y la otra contra troquel, ambas pueden ser montadas y preparadas en 2 brazos que sostienen las ramas con sus respectivos seguros, al ser ingresados dentro de la prensa se aseguran y se sube la protección de la unidad.

Estación de expulsión.- La estación de expulsión de los desperdicios permite, mediante movimientos combinados de los útiles superiores e inferiores a través de la placa de expulsión, separar los desperdicios de la hoja troquelada.

Recepción.- Forma pilas con las hojas troqueladas. Cuando una barra de pinzas avanza a la recepción, un cepillo cuya fuerza de apoyo sobre la hoja es regulable, frena la parte trasera de ésta. En el momento de la parada de la barra de pinzas, la hoja es soltada y cae sobre la pila así formada. Es alineada en los dos sentidos por alienadores delanteros, traseros y laterales. La altura de la pila es controlada por una fotocélula.

La figura 3.1 muestra gráficamente el funcionamiento de las máquinas troqueladoras planas, con el paso del material a través de las 5 unidades.

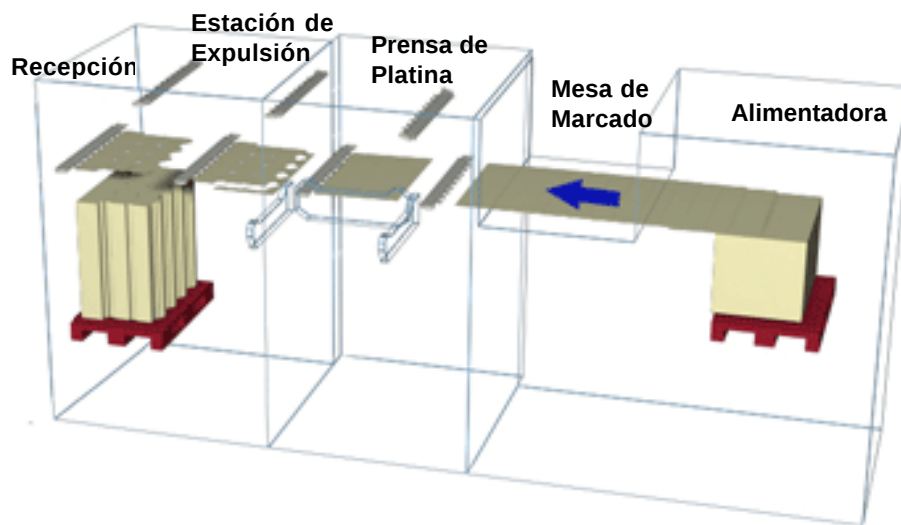


FIGURA 3.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS TROQUELADORAS PLANAS

Una vez comprendido el funcionamiento de las máquinas troqueladoras se realiza la descripción del proceso de montaje de los diferentes tipos de trabajos en dichas máquinas

El proceso de montaje se puede considerar similar para ambas máquinas sin embargo existen pequeñas diferencias debido a las características de las máquinas más que del proceso. Por este motivo se explica el proceso de manera general, luego se puntualiza las diferencias y finalmente se expone un diagrama de procesos para cada máquina.

Cuando se termina un trabajo lo primero que se realiza es retirar el troquel utilizado, entonces se saca de la unidad troqueladora la rama porta troquel de la máquina, se da vuelta y se procede a destornillar los 6 pernos que sostienen al troquel para sacarlo del marco de la rama, este proceso se llama desmontaje de troquel. La figura 3.2 muestra la rama porta troquel fuera de la máquina previo al desmontaje de troquel anterior.



FIGURA 3.2 RAMA PORTA TROQUEL PREVIO AL DESMONTAJE DEL TROQUEL.

Cuando se trata de un troquel nuevo es necesario prepararlo previamente, esta preparación consiste en colocar un acetato en la parte posterior del troquel para dar mayor altura a ciertas cuchillas y en encauchar las cuchillas cortadoras, para que el material a troquelar pueda ser expulsado con facilidad, esta actividad se llama preparación de troquel.

La figura 3.3 muestra la parte posterior del troquel con el acetato en las cuchillas de menor altura.



FIGURA 3.3 VISTA POSTERIOR DEL TROQUEL PREPARADO CON EL ACETATO EN LAS CUCHILLAS DE MENOR ALTURA.

Luego se procede a montar el siguiente troquel y es ajustado al marco a través de los 6 pernos, a esta actividad se la conoce como Montaje de troquel.

Después en caso de trabajos nuevos y en algunos de repetición, en que las platinas contra troquel no han sido guardadas, es necesario hacer la preparación de dicha platina, para lo cual se coloca en las cuchillas dobladoras del troquel una matriz de plegado, que son cortadas al tamaño de la cuchilla, luego se retira los cobertores de las matrices y se ingresa el troquel a la máquina. Se saca la rama contra troquel y se limpia o coloca otra platina, luego se ingresa la rama contra troquel, posteriormente damos marcha a la máquina para que las matrices se peguen a la platina y luego de eso sacamos la rama contra troquel para retirar la parte plástica de las matrices, este proceso se llama arreglo de platina.

La figura 3.4 muestra la rama contra troquel con arreglo de platina para el trabajo a realizarse.

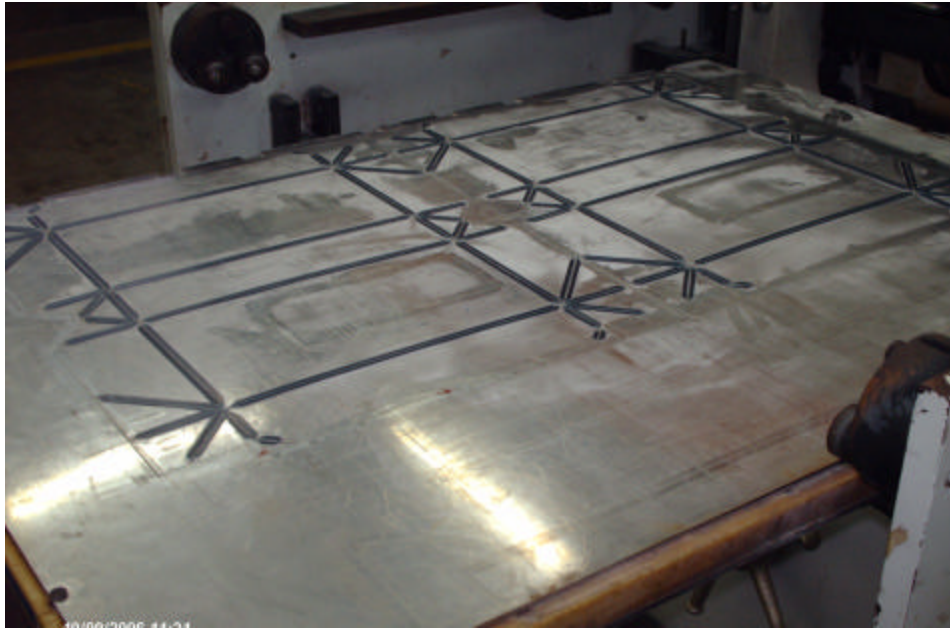


FIGURA 3.4 RAMA CONTRA TROQUEL CON EL ARREGLO DE PLATINA LISTO PARA EL TRABAJO.

Cuando los operadores se dan cuenta que la altura de la cuchillas del troquel no es la suficiente proceden realizar una copia del troquel, en una hoja de papel legger, la cual es colocada entre el toquel y la platina, colocan hojas de papel carbón, luego ingresan la rama contra troquel y le dan marcha a la máquina, al sacar nuevamente la rama contra troquel se retira la hoja y se procede a colocarla sobre la rama porta troquel registrada con el troquel. Este proceso se llama copiado de contra troquel.

La figura 3.5 muestra la rama porta troquel con la copia contra troquel en la parte superior, registrada con el troquel a utilizar.



FIGURA 3.5 RAMA PORTA TROQUEL CON LA COPIA CONTRA TROQUEL REGISTRADA AL TROQUEL A UTILIZAR.

En ciertos trabajos es necesario preparar la unidad de descantonado de tal manera que se facilite el siguiente proceso, para esta preparación se utiliza dos barras que sostienen a un conjunto de pupos colocados de forma vertical, es necesario con una hoja registrar la posición de los pupos tanto superiores como inferiores y colocar las barras en la unidad de descantonado, Este procedimiento se llama registro descantonador.

La figura 3.6 muestra el arreglo del registro descartonador listo para el funcionamiento.

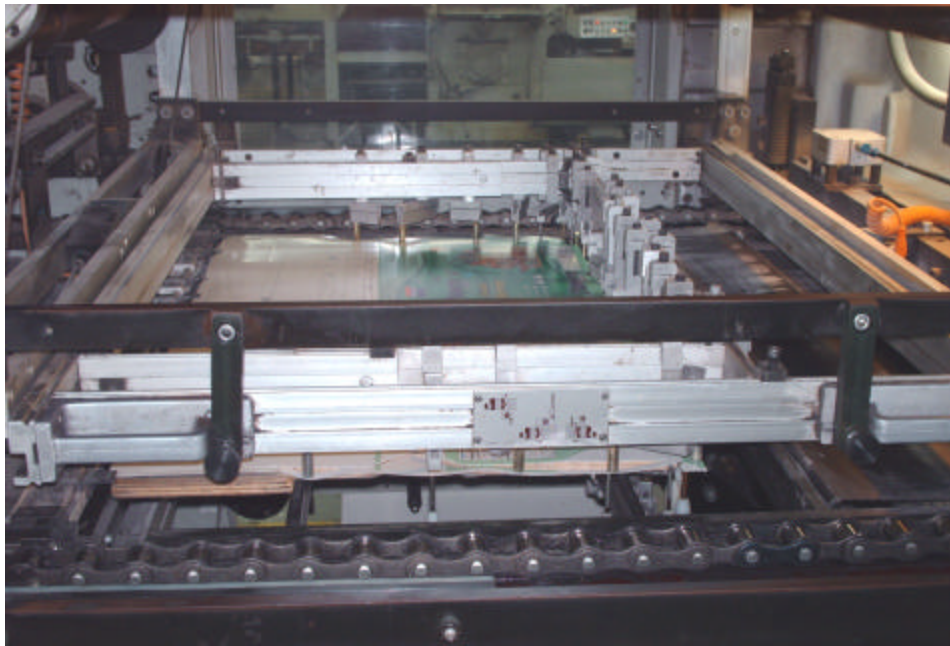


FIGURA 3.6 ARREGLO REGISTRO DESCARTONADOR.

Este arreglo se realiza en una mesa especial que es parte de la máquina y cuyo funcionamiento es igual al de la máquina, Esto permitiría que se pueda adelantar este registro sin embargo es utilizada pocas veces y eso aumenta el tiempo de operaciones. La figura 3.7 muestra la mesa de arreglo descartonador.



FIGURA 3.7 MESA DE ARREGLO REGISTRO DESCARTONADOR.

El último paso en el montaje de troquel es el registro del mismo, para esto los operadores realizan múltiples pruebas, tomando una hoja y pasándola por la máquina, registran la entrada de acuerdo al formato de la hoja, luego pasa una hoja por la máquina y revisa el registro de la impresión tanto horizontal como vertical, si el registro falla horizontalmente se mueve la escuadra de la máquina la cantidad necesaria, y si falla verticalmente, se mueven los topes de la pinza la cantidad necesaria para que registre la impresión. Con la misma hoja en la bandeja de salida se mueven los alineadores para registrar la

salida del material y que este salga de manera ordenada y pareja lista para el siguiente proceso. Después el operador registra la presión que la máquina necesita de acuerdo al material para troquelar las cajas.

Posteriormente se empieza a registrar el corte, es decir, que todas las cajas corten lo suficiente en cada cuchilla, en caso de que el corte no sea el adecuado, se procede a sacar la rama porta troquel y colocar una cinta en la copia sobre la cuchilla que le falte corte, en ocasiones las cuchillas cortan demasiado y las cajas se trizan, en ese caso se procede a calar la copia y si no es suficiente se procede a golpear la cuchilla para disminuir su altura, una vez registrado la impresión y el corte se procede a cargar el material en una pila para la alimentadora de la máquina, y con la pila puesta en la alimentadora se comienza a calibrar la succión de las hojas para que ingrese a la máquina. Este proceso es el registro del trabajo.

La tabla 12 muestra en resumen las actividades del proceso de montaje y sus respectivas referencias a seguir.

TABLA 12
RESUMEN DE ACTIVIDADES Y REFERENCIAS DEL PROCESO DE
MONTAJE.

Actividad	Referencias
Desmontar Troquel	Troquel Anterior
Preparación de Troquel	Encacuchado y Colocar acetato
Montaje de Troquel	Siguiente Troquel
Arreglo de Platina	Troqueles Nuevo o de baja repetición
Copiado de Contra troquel	Troqueles Nuevo
Registro Descartonador	Troqueles requeridos
Registro Entrada	Referencia al formato
Registro Impresión	Horizontal – mover escuadra Vertical – Mover Topes
Registro Salida	Referencia al Formato
Registro Presión	Referencia al Material
Registro Corte	Aumento – Colocar cinta en copia Disminuir – Calar copia o Golpear cuchilla
Registro Succión	Referencia al Material

Una vez explicado el proceso, se procede a puntualizar las diferencias que se presentan entre las 2 máquinas que son objeto de estudio, las diferencias son las siguientes.

- En la máquina BF-1000 no existe el registro descartonador, puesto que esa unidad no está en funcionamiento.
- La máquina BF-1000 no cuenta con la regla de registro horizontal.

- En la máquina BF-1000 no hay regla de escuadra y los topes se mueven con 2 perillas, una para cada lado, mientras que en la máquina Bobst existe una sola perilla que mueve ambos topes independientemente presionando o halando la misma.
- La máquina BF-1000 no cuenta con regla para la salida del material, por lo tanto el registro de salida es por prueba y error.
- La máquina BF-1000 tiene actualmente deshabilitado el manómetro de la prensa de platina, por lo que la calibración del corte material se realiza por prueba y error.
- En la máquina BF-1000 solo cuenta con 2 aereadores en la parte posterior para la alimentación del material por lo que la calibración es mas compleja mientras que la máquina Bobst cuenta con 4 aereadores, 2 en la parte posterior y 2 en la parte lateral.

La tabla 13 muestra las diferencias entre las máquinas en cada actividad del proceso.

TABLA 13
RESUMEN DE ACTIVIDADES Y REFERENCIAS DEL PROCESO DE
MONTAJE CON LAS DIFERENCIAS ENTRE MÁQUINAS.

Actividad	Referencias	BOBST	BF-1000
Desmontar Troquel	Troquel Anterior	si	si
Preparación de Troquel	Encacuchado y Colocar acetato	si	si
Montaje de Troquel	Siguiente Troquel	si	si
Arreglo de Platina	Troqueles Nuevo o de baja repetición	si	si
Copiado de Contra troquel	Troqueles Nuevo	si	si
Registro Descartador	Troqueles requeridos	si	no
Registro Entrada	Referencia al formato	regla	sin regla
Registro Impresión	Horizontal – mover escuadra	regla	sin regla
	Vertical – Mover Topes	1 perilla	2 perillas
Registro Salida	Referencia al Formato	regla	sin regla
Registro Presión	Referencia al Material	manometro	sin manometro
Registro Corte	Aumento – Colocar cinta en copia	si	si
	Disminuir – Calar copia o Golpear cuchilla	si	si
Registro Succión	Referencia al Material	4 aereadores	2 aereadores

Finalmente como complemento se muestra un diagrama de flujo de proceso, que permite identificar las actividades en 5 grupos: Operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamiento. El diagrama de flujo de procesos es valioso en especial para registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectadas estas actividades no productivas, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlas y reducir sus costos.

Las cinco categorías en que se dividen las actividades son representadas por símbolos definidos en 1972 por la ASME (American Society of Mechanical Engineers). La tabla 14 muestra el conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según la ASME.

TABLA 14
CONJUNTO ESTÁNDAR DE SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS DE
PROCESO SEGÚN LA ASME (1972)

Símbolo	Tipo
	Operación
	Transporte
	Demora
	Inspección
	Almacenamiento

La figura 3.8 y 3.9 muestran el diagrama de flujo de procesos para el cambio de trabajo en las máquinas troqueladoras Bobst y BF-1000 respectivamente.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS				
Maquina	Troqueladora Plana Bobst	Resumen		
Proceso	Cambio de trabajo	Actividad	Actual	Propuesto
Fecha	Miercoles, 1 de Noviembre de 2006	Operación	30	
Analista	Jose Meza	Transporte		
Comentarios.		Demora		
		Inspección	6	
		Almacenaje		
		Tiempo		
Descripción de la Actividad		Simbolo	Tiempo (min)	Observación
Desmontar troquel anterior				
Sacar a rama Superior				
darle vuelta				
desatornillar 6 tuercas 2 al inferior y 4 en cada costado				
Colocar el troquel Nuevo				
ajustar las 6 tuercas				
Ingresar la Rama Superior				
encauchar las cuchillas cortadoras				
Colocar tiras en las cuchillas dobladoras				
Dar marcha a la maquina para pegar matrices dobladoras				
Sacar la rama inferior y sacar la parte plastica de las tiras				
Sacar la rama inferior y cambiar o limpiar la platina anterior				
Ingresar la rama inferior				
Colocar un panel del tamaño del formato y panel carbon				
Dar marcha a la maquina				
Sacar la rama inferior y quitar la copia al carbon				
Sacar la rama superior				
Colocar la copia al carbon registrada con el troquel				
ingresar la rama superior				
Tomar una Hoja y registrar la entrada el material				
Cuadrar la impresión Horizontalmente moviendo la escuadra				
Cuadrar la impresión Verticalmente moviendo los topes				
Mover los alineadores en la estacion de recepción.				
Colocar presion				
Dar marcha a la maquina para pasar la hoja				
Chequear el corte y grafas				
Si falta corte o grafas se procede a calzar la copia al carbon				
aprobación de la cajas				
Calibrar la succion de aire				
requistro decartonador				
colocar decartonador con las visagras				
regitrar con el material				
Colocar pupos superiores				
Colocar pupos inferiores y registrar ambos pupos				
Cargar material y colocar en la alimentadora				
dar marcha a la maquina				

FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO BOBST.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS				
Maquina	Troqueladora Plana BF-1000	Resumen		
Proceso	Cambio de trabajo	Actividad	Actual	Propuesto
Fecha	Miercoles, 1 de Noviembre de 2006	Operación	25	
Analista	Jose Meza	Transporte		
Comentarios.		Demora		
		Inspección	6	
		Almacenaje		
		Tiempo		
Descripción de la Actividad		Simbolo	Tiempo (min)	Observación
Desmontar troquel anterior		●		
Sacar a rama Superior		●		
darle vuelta		●		
desatornillar 6 tuercas 2 al inferior y 4 en cada costado		●		
Colocar el troquel Nuevo		●		
ajustar las 6 tuercas		●		
Ingresar la Rama Superior		●		
encauchar las cuchillas cortadoras		●		
Colocar tiras en las cuchillas dobladoras		●		
Dar marcha a la maquina para pegar matrices dobladoras		●		
Sacar la rama inferior y sacar la parte plastica de las tiras		●		
Sacar la rama inferior y cambiar o limpiar la platina anterior		●		
Ingresar la rama inferior		●		
Colocar un panel del tamaño del formato y panel carbon		●		
Dar marcha a la maquina		●		
Sacar la rama inferior y quitar la copia al carbon		●		
Sacar la rama superior		●		
Colocar la copia al carbon registrada con el troquel		●		
ingresar la rama superior		●		
Tomar una Hoja y registrar la entrada el material		○		
Cuadrar la impresión Horizontalmente moviendo la escuadra		○		
Cuadrar la impresión Verticalmente moviendo los topes		○		
Mover los alineadores en la estacion de recepción.		●		
Colocar presion		●		
Dar marcha a la maquina para pasar la hoja		●		
Chequear el corte y grafas		○		
Si falta corte o grafas se procede a calzar la copia al carbon		●		
aprobación de la caías		○		
Calibrar la succion de aire		○		
Cargar material y colocar en la alimentadora		●		
dar marcha a la maquina		●		

FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO BF-1000.

Por razones de tiempo se decidió continuar el resto del estudio con el proceso de manera generalizado como se muestra en la figura 3.10 el diagrama de flujo de proceso para resumen de actividades del proceso de montajes de las máquinas troqueladoras planas.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS					
Maquina	Troqueladora Plana	Resumen			
Proceso	Cambio de trabajo	Actividad	Actual	Propuesto	
Fecha	Miercoles, 1 de Noviembre de 2006	Operación	7		
Analista	Jose Meza	Transporte			
Comentarios.		Demora			
		Inspección	7		
		Almacenaje			
		Tiempo			
Actividad	Referencias	BOBST	BF-1000	Símbolo	
Desmontar Troquel	Troquel Anterior	si	si	●	□
Preparación de Troquel	Encacuchado y Colocar acetato	si	si	●	□
Montaje de Troquel	Siguiente Troquel	si	si	●	□
Arreglo de Platina	Troqueles Nuevo o de baja repetición	si	si	●	□
Copiado de Contra troquel	Troqueles Nuevo	si	si	●	□
Registro Descartador	Troqueles requeridos	si	no	●	□
Registro Entrada	Referencia al formato	regla	sin regla	○	□
Registro Impresión	Horizontal – mover escuadra	regla	sin regla	○	□
	Vertical – Mover Topes	1 perilla	2 perillas	○	□
Registro Salida	Referencia al Formato	regla	sin regla	○	□
Registro Presión	Referencia al Material	manometro	sin manometro	●	□
Registro Corte	Aumento – Colocar cinta en copia	si	si	○	□
	Disminuir – Calar copia o Golpear cuchilla	si	si	○	□
Registro Succión	Referencia al Material	4 aereadores	2 aereadores	○	□

FIGURA 3.10 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA MÁQUINAS TROQUELADORAS PLANAS.

3.3 Determinación de los tiempos de Operación por actividad.

Una de las partes más importantes del análisis de la situación actual del proceso es el tiempo que toma el mismo, para determinarlo de manera correcta es necesario realizar un estudio que permita estimar con la mayor precisión posible el tiempo que toma desarrollar todas las actividades del proceso.

Los estudios de tiempos, (Niebel, 2001) son parte de una teoría de medición del trabajo la cual tiene requerimientos y responsabilidades por parte de los involucrados en el mismo, los requerimientos generales son que el operador este familiarizado con el proceso y que el proceso este completamente estandarizado en todos sus puntos. De

no cumplirse estos requerimientos los estándares de tiempo tendrán poco valor y no serán confiables.

Otro factor importante en el estudio de tiempos es el equipo a utilizarse, por facilidad de uso y costos se optó por un cronometro electrónico digital, dado que permite tomar el tiempo de cualquier numero de eventos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido, evitando posteriores operaciones que reducen la precisión del estudio, este tipo de equipos también resulta ideal para controlar y registrar los elementos extraños del estudio.

Lo siguiente que determinaremos es el tamaño de muestra para nuestro estudio, como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar. La General electric Company estableció los valores de la tabla 15 como una guía aproximada al número de ciclos a observar.

TABLA 15
NÚMERO RECOMENDADO DE CICLOS POR OBSERVACIÓN.

Tiempo de Ciclo en min.	Numero recomendado de ciclos
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 o mas	3

Fuente: Información tomada de Time Study manual de los Erie Works en General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración de salarios

Para determinar nuestro tamaño de muestra se tomo el tiempo de duración aproximado de cada operación del proceso.

La tabla 16 muestra los tiempos utilizados para programar los trabajos en máquina por cada actividad del proceso de cambio de trabajo. Con base en esos tiempos y la tabla 15 obtendremos el tamaño de muestra para nuestro estudio.

TABLA 16
TIEMPOS APROXIMADOS POR ACTIVIDAD EN EL PROCESO DE MONTAJE.

Actividad	Referencias	Simbolo	Tiempo (min)
Desmontar Troquel	Troquel Anterior	● → D □ ▽	4 min
Preparación de Troquel	Encacuchado y Colocar acetato	● → D □ ▽	60 min
Montaje de Troquel	Siguiente Troquel	● → D □ ▽	6 min
Arreglo de Platina	Troqueles Nuevo o de baja repetición	● → D □ ▽	40 min
Copiado de Contra troquel	Troqueles Nuevo	● → D □ ▽	20 min
Registro Descartonador	Troqueles requeridos	● → D □ ▽	40 min
Registro Entrada	Referencia al formato	○ → D ■ ▽	5 min
Registro Impresión	Horizontal – mover escuadra Vertical – Mover Topes	○ → D ■ ▽ ○ → D ■ ▽	5 min
Registro Salida	Referencia al Formato	○ → D ■ ▽	5 min
Registro Presión	Referencia al Material	● → D □ ▽	5 min
Registro Corte	Aumento – Colocar cinta en copia Disminuir – Calar copia o Golpear cuchilla	○ → D ■ ▽ ○ → D ■ ▽	30 min
Registro Succión	Referencia al Material	○ → D ■ ▽	10 min

Como se puede observar en la tabla 16 la actividad con menor tiempo es la de desmontar el troquel, con una duración estimada de 4 minutos, llevando esta información a la tabla 15, se determina un tamaño muestral de 15 observaciones por cada máquina, en las demás operaciones el número de observaciones requerido es menor. Por lo tanto con las 15 observaciones se puede determinar el tiempo estándar para las actividades del proceso.

El siguiente punto a determinar para el estudio de tiempos es la calificación del desempeño de los operadores dado que el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende de la habilidad y esfuerzo del operario. Por lo tanto, el analista debe dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. En un ciclo

corto con trabajo repetitivo, es costumbre aplicar una calificación al estudio completo, o una calificación promedio para cada elemento. En nuestro caso se opta por una calificación general a cada una de las observaciones y luego se calcula la calificación general de todo el estudio.

El método que se utilizó es el de calificación sintética, Niebel (2001), este procedimiento determina un factor de desempeño para elementos de esfuerzo representativos del ciclo de trabajo mediante la comparación de tiempos observados elementales reales con los tiempos desarrollados a través de los datos de movimientos fundamentales. Es decir el resultado de dividir el tiempo del programa producción para el tiempo observado.

Finalmente para definir el tiempo estándar se debe determinar los suplementos o factor de tolerancia. El tiempo estándar es el tiempo requerido para un operador promedio, calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio, para ejecutar una operación. Puesto que ningún operario puede mantener el ritmo de trabajo todo un día de trabajo, se puede tener 3 tipos de interrupciones estas son: las personales como ir al sanitario o a los

bebederos, las fatigas naturales por la labor que están realizando y los retrasos inevitables como rupturas de herramientas o desajustes de las máquinas.

El Factor de tolerancia se da como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a $1 + \text{tolerancia}$, para nuestro caso determinaremos las tolerancias a partir de la tabla de suplementos establecida por la ILO (Internacional Labour Office). Esta tabla presenta 2 tipos de suplementos Constantes y Variables, dentro de los constantes están los suplementos personales y por fatiga básica, estos son incluidos en cualquier tipo de estudio. Las variables son aquellas que dependen de las condiciones de trabajo y esfuerzo propios del proceso, los factores que se incluyen son: de pie contra sentado, posiciones anormales, uso de la fuerza, iluminación, condiciones atmosféricas, atención requerido para la tarea, nivel de ruido, tensión mental, monotonía y tedio.

La tabla 17 muestra los valores tabulados para diversas condiciones de trabajo según la ILO, 1979.

TABLA 17
SUPLEMENTOS RECOMENDADOS POR LA ILO, 1979.

Suplementos Recomendados por ILO		
A. Suplementos Constantes		
1. Suplemento Personal	5	b. bastante menos que la recomendada 2
2. Suplemento por fatiga básica	4	c. muy inadecuada 5
B. Suplementos Variables		5. Condiciones Atmosféricas (Calor y Humedad)
1. Suplemento por estar de pie	2	a partir de 20°C hacia arriba y hacia abajo 0-10
2. Suplemento por posición anormal		6. Atención requerida:
a. un poco incomoda	0	a. trabajo bastante fino 0
b. incomoda (agachado)	2	b. trabajo fino o preciso 2
c. muy incomoda (tendido estirado)	7	c. trabajo muy fino y muy preciso 5
3. Usos de la Fuerza (Levantar, Jalar o empujar)		7. Nivel de ruido
Peso Levantado en Libras:		a. continuo 0
5	0	b. intermitente - fuerte 2
10	1	c. intermitente- muy fuerte 5
15	2	d. de tono alto - fuerte 5
20	3	8. Estrés mental
25	4	a. proceso bastante complejo 1
30	5	b. atención compleja o amplia 4
35	7	c. muy compleja 8
40	9	9. Monotonía
45	11	a. nivel bajo 0
50	13	b. nivel medio 1
60	17	c. nivel alto 4
70	22	10. Tedio
4. Mala Iluminación		a. algo tedioso 0
a. un poco debajo de la recomendada	0	b. tedioso 2
		c. muy tedioso 5

El siguiente paso es determinar que suplementos se van a utilizar además de los constante (9), para nuestro caso el de la postura de pie que es de 2, el de calor y humedad por tener registros diarios de la temperatura promedio de 32°C es de 6 y por estrés mental 1, de esta manera el factor de tolerancia total será de 18.

Una vez que definimos todos los puntos del estudio de tiempos se procede al trabajo de campo y a la recolección de información. Esta se realizó en un período de 15 días y los datos fueron tabulados en la hoja para toma de tiempos, la cual recoge información como es el

nombre del proceso, la máquina, los tiempos por actividad, la descripción de elementos extraños, el resumen de tolerancias y los cálculos respectivos, además del tiempo estándar.

Debido a que las operaciones Preparación de toquel, Copiado de Contra Troquel y el Registro descartonador solo se realizan para trabajos nuevos se determinó un tiempo estándar para trabajos nuevos y otro tiempo estándar para trabajos de repetición. Además se separaran los tiempos para cada máquina por las diferencias operativas anteriormente explicadas.

Al final se obtiene 4 tiempos estándar para realizar el análisis. Las figuras 3.11 y 3.12 muestran las hojas de tiempo para las máquinas Bobst SP 102 y BF-1000S respectivamente.

[illegible]

FIGURA 3.11 HOJA DE CALCULO PARA TOMA DE TIEMPO DE LA MÁQUINA BOBST SP 102E

HOJA PARA TOMA DE TIEMPO																		FECHA ____NOVIEMBRE 2006____ ESTUDIO NO. ____001____ HOJA NO. ____1____ DE ____1____													
Descripción del Procedimiento: Cambio de Trabajo																		Máquina: BF-1000S													
ACTIVIDAD	Desmontar Troquel	Preparación de Troquel	Montaje de Troquel	Arreglo de Platina	Copiado de Contra Troquel	Registro Entrada	Registro Impresión	Registro Salida	Registro Presión	Registro Corte	Registro Succión	ELEMENTOS EXTRAÑOS																			
												T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	TH	TD	DESCRIPCIÓN					
NÚMERO PRODUCTO	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C														
111593	53	11	-	-	4.2	1.1	25.3	1.1	3.9	1.1	4.4	1.1	4.3	1.1	3.8	1.1	29.2	1.1	9.2	1.1	A										
111452	62	12	-	-	4.4	1.2	27.4	1.2	-	-	4.1	1.2	3.1	1.2	4.2	1.2	3.5	1.2	40.2	1.2	B										
111515	49	0.97	62.4	0.97	3.9	0.97	32.4	0.97	-	-	4.1	0.97	4.2	0.97	4.5	0.97	3.4	0.97	28.6	0.97	C										
111474	45	12	-	-	3.7	1.2	19.6	1.2	-	-	4.2	1.2	3.8	1.2	4.1	1.2	3.5	1.2	49.2	1.2	D										
111435	51	0.96	60.2	0.96	4.1	0.96	29.5	0.96	24.3	0.96	4.5	0.96	4.3	0.96	3.9	0.96	3.6	0.96	45.3	0.96	E										
111405	52	13	-	-	3.8	1.3	17.9	1.3	-	-	4.2	1.3	4.5	1.3	4.2	1.3	3.8	1.3	33.6	1.3	F										
111375	44	0.98	59.5	0.98	3.5	0.98	17.5	0.98	-	-	3.6	0.98	4.15	0.98	3.7	0.98	3.5	0.98	25.4	0.98	G										
111346	49	11	-	-	4.2	1.1	18.3	1.1	27.5	1.1	4.1	1.1	3.95	1.1	3.9	1.1	3.4	1.1	34.2	1.1	H										
111317	47	12	-	-	4.3	1.2	19.6	1.2	-	-	4.2	1.2	3.7	1.2	3.8	1.2	3.5	1.2	34.1	1.2	I										
111288	48	11	-	-	3.6	1.1	28.2	1.1	23.7	1.1	3.9	1.1	3.5	1.1	3.7	1.1	3.5	1.1	33.2	1.1	J										
111258	54	12	-	-	4.2	1.2	24.3	1.2	-	-	3.8	1.2	3.8	1.2	3.6	1.2	3.9	1.2	43.5	1.2	K										
111229	53	0.97	57.8	0.97	3.9	0.97	32.5	0.97	-	-	4.7	0.97	3.9	0.97	3.5	0.97	3.4	0.97	33.0	0.97	L										
111199	52	13	-	-	4.4	1.3	25.8	1.3	-	-	4.3	1.3	3.8	1.3	3.5	1.3	3.6	1.3	37.5	1.3	M										
111170	51	0.99	-	-	3.7	0.99	29.6	0.99	25.1	0.99	4.1	0.99	4.1	0.99	3.4	0.99	3.7	0.99	38.5	0.99	N										
111141	54	0.97	61.6	0.97	3.9	0.97	24.5	0.97	-	-	3.8	0.97	4.3	0.97	3.3	0.97	3.4	0.97	34.6	0.97	O										
COMPROBACIÓN DE CALIFICACIÓN																		VALOR SINT. = -189.06.													
RESUMEN																		VALOR OBS. = 191.86													
TOTALES	76.4	301.5	59.8	372.4	125.9	61.5	59.5	57.5	53.45	541.0833333	134.9	RESUMEN DE TOLERANCIAS																			
OBSERV.	15	5	15	15	5	15	15	15	15	15	15	PERSONALES																			
T. MEDIO	5.09	60.30	3.99	24.83	25.18	4.10	3.97	3.83	3.56	36.07	8.99	POR FATIGA																			
F. DE NIV.	1.10	0.97	1.10	1.10	1.05	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	ESTAR DE PIE																			
F.N. * T.M.	5.62	58.49	4.40	27.38	26.44	4.52	4.37	4.23	3.93	39.78	9.92	TEMPERATURA																			
F.TOL.	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	ESTRÉS MENTAL																			
TIEMPO ESTÁNDAR	6.63	69.02	5.19	32.30	31.20	5.33	5.16	4.99	4.64	46.94	11.70	TOL. TOTAL %																			
OBSERVACIONES:																		TIEMPO DE TROQUELES													
																		REPETICIÓN													
																		NUEVOS													
																		TIEMPO GLOBAL													
																		122.87													
																		223.09													

FIGURA 3.12 HOJA DE CALCULO PARA TOMA DE TIEMPO DE LA MÁQUINA BF-1000S

Como ejemplo se observa en la máquina Bobst la O/P 111447 que tiene 10 actividades, ya que es un trabajo de repetición, la calificación de los operadores es de 1.1. Además se observa la actividad Desmontar Troquel tiene 15 observaciones y un tiempo medio observado de 3.71 minutos, un factor de nivelación promedio de 1.08, el tiempo normal es de 4 minutos y el factor de tolerancia es de 1.18 por lo tanto el tiempo estándar de esta actividad es de 4.72 minutos.

De esta manera se determina el tiempo estándar por cada actividad del proceso y del proceso en general quedando en la máquina Bobst SP 102E un tiempo de 103.77 minutos (1 hora 43 minutos) para troqueles de repetición y de 247,88 minutos (4 horas 7 minutos) para troqueles nuevos, de igual manera para la máquina BF-1000S se determinó un tiempo de 122.87 minutos (2 horas 2 minutos) para troqueles de repetición y de 223.09 minutos (3 horas 43 minutos) para troqueles nuevos.

La tabla 18 muestra el resumen de los tiempos estándar determinados en el estudio.

TABLA 18
RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR POR ACTIVIDAD EN CADA
MÁQUINA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS					
Maquina	Troqueladora Plana	Resumen			
Proceso	Cambio de trabajo	Actividad	Actual	Propuesto	
Fecha	Miercoles, 1 de Noviembre de 2006	Operación	7		
Analista	Jose Meza	Transporte			
Comentarios.		Demora			
		Inspección	7		
		Almacenaje			
Tiempos Estandar en Minutos					
Actividad	Referencias	Simbolo	Bobst	BF-1000S	
Desmontar Troquel	Troquel Anterior	●→□□▽	4.72	6.63	
Preparación de Troquel	Encacuchado y Colocar acetato	●→□□□▽	71.42	69.02	
Montaje de Troquel	Siguiente Troquel	●→□□□▽	5.04	5.19	
Arreglo de Platina	Troqueles Nuevo o de baja repetición	●→□□□▽	29.36	32.3	
Copiado de Contra troquel	Troqueles Nuevo	●→□□□▽	30.16	31.2	
Registro Descartanador	Troqueles requeridos	●→□□□▽	42.53	-	
Registro Entrada	Referencia al formato	○→□□■▽	3.9	5.33	
Registro Impresión	Horizontal – mover escuadra	○→□□■▽	3.75	5.16	
	Vertical – Mover Topes	○→□□■▽	-	-	
Registro Salida	Referencia al Formato	○→□□■▽	3.76	4.99	
Registro Presión	Referencia al Material	●→□□□▽	3.19	4.64	
Registro Corte	Aumento – Colocar cinta en copia	○→□□■▽	43.92	46.94	
	Disminuir – Calar copia o Golpear cuchilla	○→□□■▽	-	-	
Registro Succión	Referencia al Material	○→□□■▽	6.12	11.7	
TOTAL			247.87	223.1	

3.4 Diagrama de actividades Conjuntas.

Luego de determinar el tiempo estándar de cada actividad es necesario determinar el tiempo estándar del proceso completo, dado que el proceso se desarrolla por más de un operador y presenta operaciones en paralelo, para esto se utiliza un diagrama de actividades conjuntas.

El diagrama de actividades conjuntas, también llamado diagrama de actividades múltiples, es la representación grafica del trabajo o tiempo coordinado de las actividades y espera de dos o más trabajadores, o

cualquier combinación de trabajo y tiempo de espera de dos o más entidades como son operadores, máquinas, vehículos, etc.

Este diagrama cuenta con una escala de tiempo que para nuestro caso es en minutos, las actividades se clasifican en individuales, compartidas y espera. Las actividades individuales son aquellas en que el operador trabaja sin interactuar con ningún otro operador ni con la máquina, las actividades compartidas con aquellas en que el operador trabaja en conjunto con la máquina o junto a otro operador en la misma actividad; y el tiempo de espera se usa cuando algún operador no realiza ninguna actividad mientras el otro operador o máquina están trabajando.

El Diagrama cuenta con un resumen en que se puede observar el porcentaje del tiempo son cada tipo de actividad, esto permite a futuro plantear un mejor balance de actividades dado que no es recomendable un porcentaje de espera mayor al 10%.

En nuestro caso se va a realizar 5 diagramas, dado los diferentes escenarios que se presentan en el proceso de montaje: para la máquina Bobst SP 102E en el caso de un nuevo trabajo. En el caso de

un trabajo de repetición con descartonador y en el caso de un trabajo de repetición sin descartonador. De igual manera en la máquina BF-1000S se realiza en el caso de un trabajo nuevo o un trabajo de repetición.

Los diagramas de actividades conjuntas para los escenarios mencionados anteriormente se muestran en el Apéndice A. La tabla 19 muestra el resumen de todos los escenarios y los tiempos estándar.

TABLA 19
RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR TOTAL EN CAD A MÁQUINA

RESUMEN		Bobst Nuevo		Bobst Rep. C/d		Bobst Rep. S/d		BF-1000S Nuev		BF-1000S Repe	
ACTIVIDAD	ID	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYU
COMPARTIDA		72%	72%	42%	42%	47%	47%	75%	75%	48%	48%
INDIVIDUAL		28%	27%	58%	57%	53%	25%	25%	17%	52%	35%
ESPERA		0%	1%	0%	1%	0%	28%	0%	8%	0%	16%
Tiempo Estandar		194.5 min		93 min		83 min		191.25 min		91 min	

En la tabla 19 se observan los porcentajes de las operaciones compartidas, individuales y espera, dividido entre operadores y ayudantes para los 5 escenarios planteados.

En el resumen se determina que existen 2 escenarios en que las actividades de los ayudantes están desbalanceadas, en ambas máquinas los trabajos de repetición presentan un porcentaje de espera

mayor al 10% en los ayudantes. Es necesario analizar los diagramas de actividades conjuntas y así determinar el cambio de actividades que se requiere para balancear el trabajo de los ayudantes.

La figuras 3.13 y 3.14 muestran los diagramas de actividades conjuntas para los cambios de trabajo con troqueles de repetición para las máquinas Bobst y BF-1000S

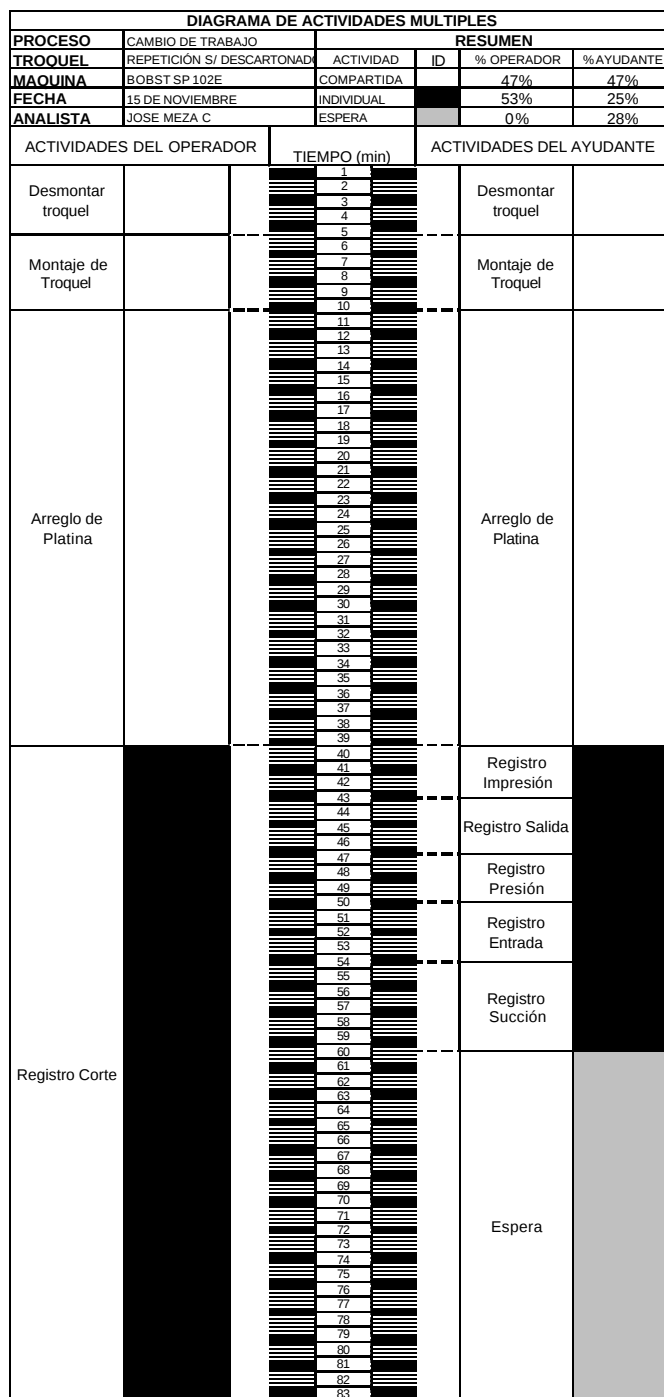


FIGURA 3.13 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICION EN LA MÁQUINA BOBST.

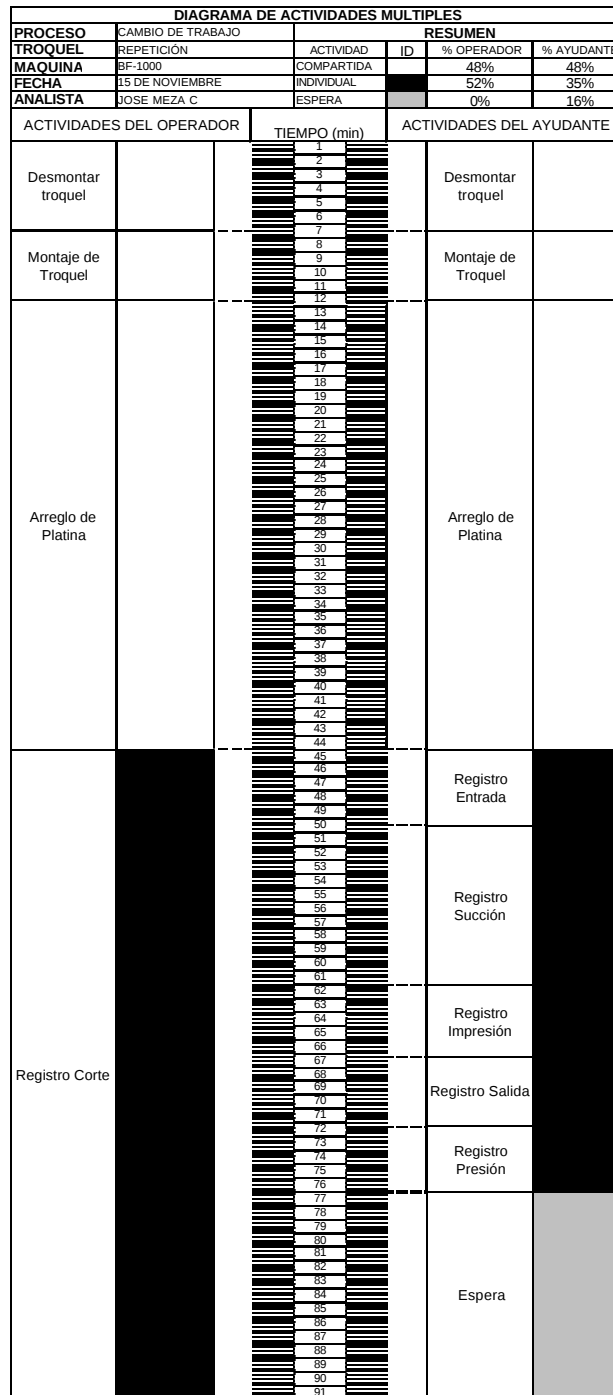
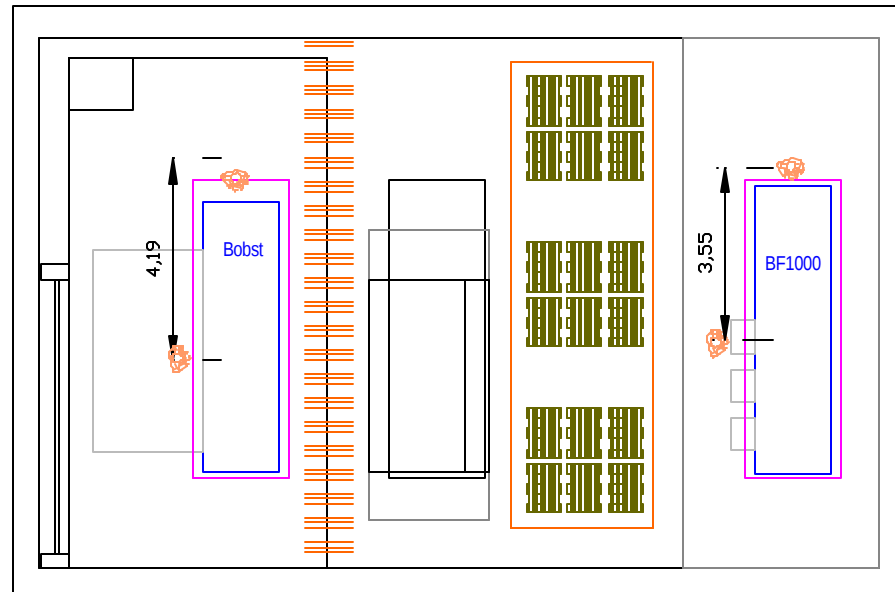


FIGURA 3.14 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICION EN LA MÁQUINA BF-1000.

Al observar los diagramas de actividades conjuntas se identifica que el desbalance ocurre al finalizar el proceso, mientras el operador realiza el registro del corte, el ayudante termina de registrar las demás unidades de la máquina y luego espera a que el operador culmine el registro, esto sucede básicamente porque el ayudante no tiene una capacitación completa, sin embargo la operación de registro de Corte requiere constante inspecciones, cada inspección implica moverse una distancia de 4 metros aproximadamente para realizar la revisión y el cambio.

Se plantea balancear el trabajo permitiendo que el ayudante participe en el registro del corte realizando la revisión, es decir ubicado en la salida de la máquina y recogiendo los pliegos de prueba, de esta manera el operador puede concentrarse en realizar los arreglos necesarios en la copia del troquel.

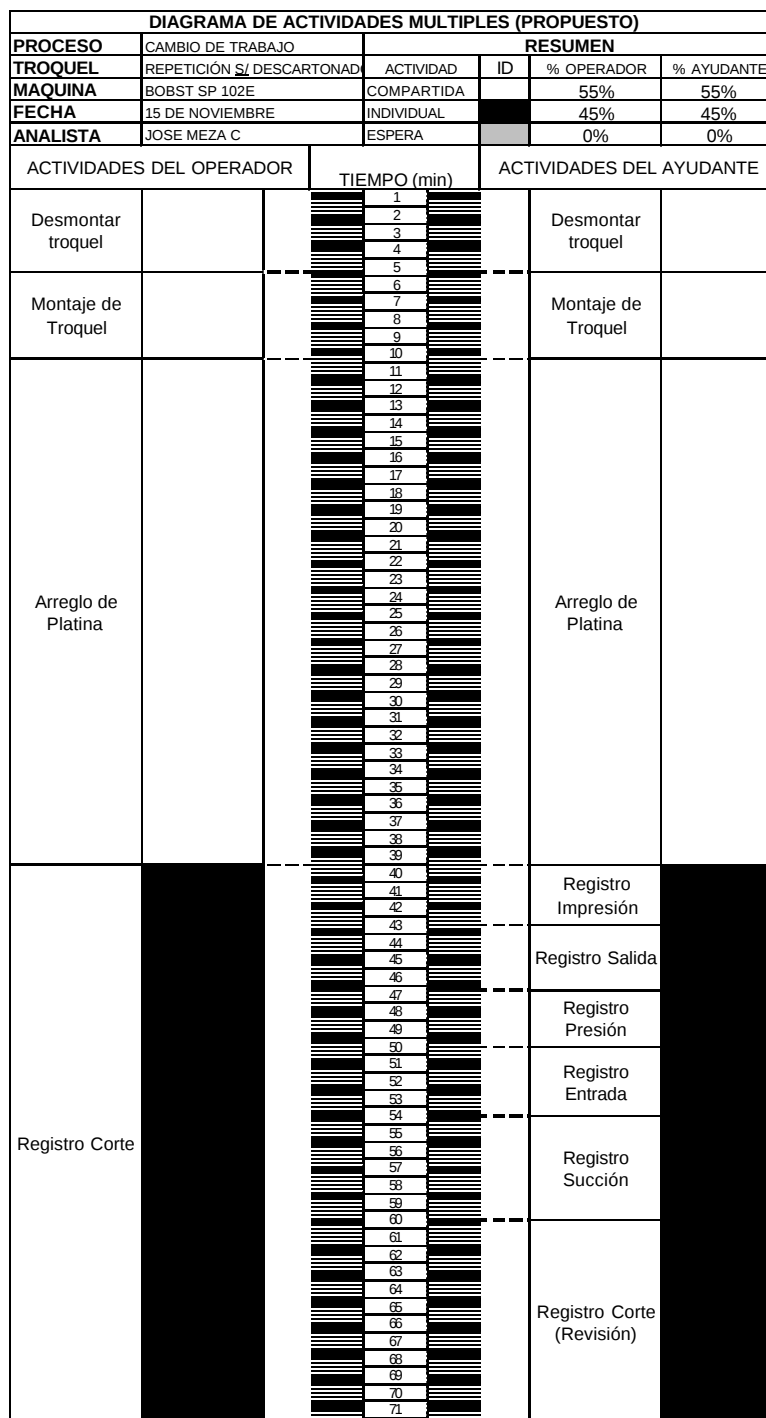
La figura 3.15 ilustra la disposición de operadores y ayudantes propuesta para un mejor balance en las actividades según la distribución de las máquinas en planta.



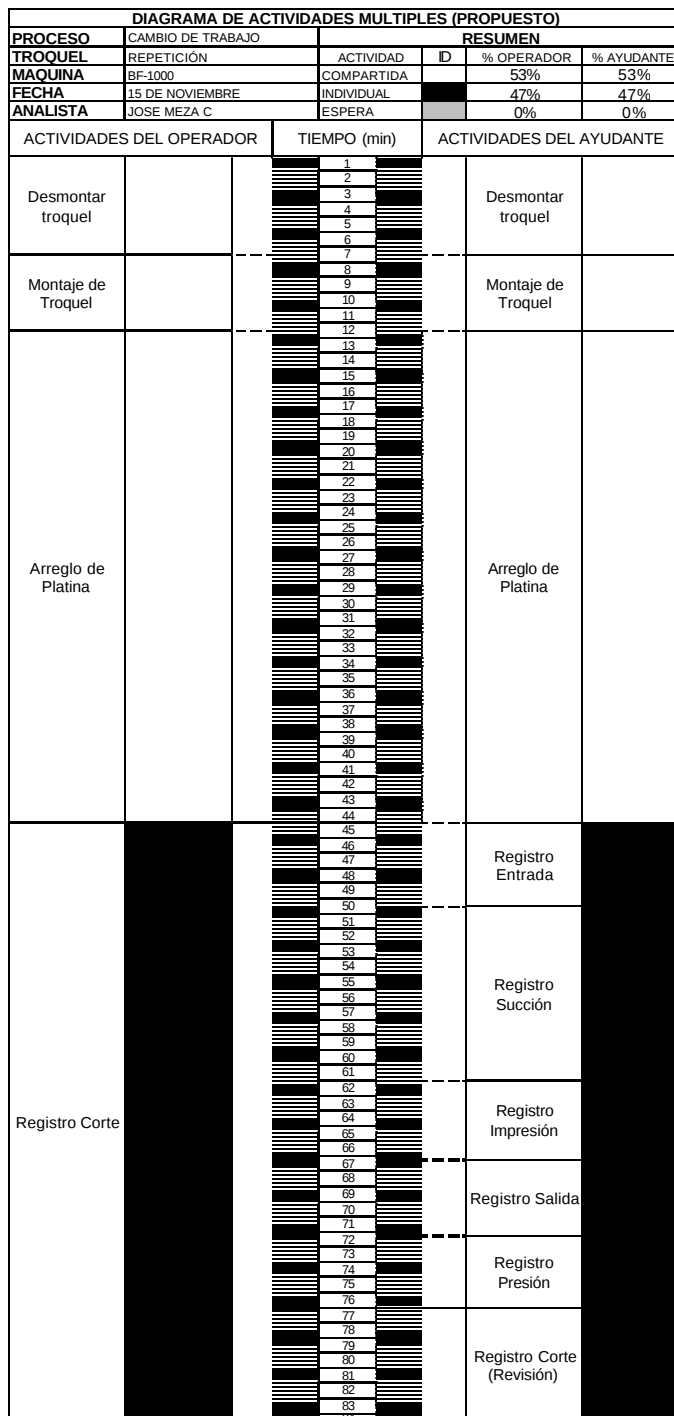
**FIGURA 3.15 DISPOSICIÓN DE OPERADORES Y AYUDANTES
PROPUESTA.**

Este cambio en la metodología de trabajo dentro del proceso dio como resultado la disminución del tiempo estándar en los escenarios que se plantearon.

Las figuras 3.16 y 3.17 muestran los diagramas de actividades conjuntas propuestos para los escenarios mencionados anteriormente.



**FIGURA 3.16 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS
PROPUESTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE
REPETICIÓN EN LA MÁQUINA BOBST.**



**FIGURA 3.17 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS
PROPUESTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE
REPETICION EN LA MÁQUINA BF-1000.**

Finalmente la tabla 20 muestra el resumen de los tiempos estándar totales de cada uno de los escenarios una vez realizado el balance en los 2 escenarios que lo requerían.

TABLA 20
RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR TOTAL EN CAD A MÁQUINA
DESPUÉS DEL BALANCE DE TODOS LOS ESCENARIOS.

RESUMEN		Bobst Nuevo		Bobst Rep. C/d		Bobst Rep. S/d		BF-1000S Nuev		BF-1000S Repe	
ACTIVIDAD	ID	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYUDA	% OPER	% AYU
COMPARTIDA		72%	72%	42%	42%	55%	55%	75%	75%	53%	53%
INDIVIDUAL		28%	27%	58%	57%	45%	45%	25%	17%	47%	47%
ESPERA		0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	8%	0%	0%
Tiempo Estandar		194.5 min		93 min		71.25 min		191.25 min		83.5 min	

3.5 Identificación de operaciones internas y externas.

Una vez descrito el proceso de cambio de trabajo, la metodología del “SMED” continúa con la identificación de las actividades internas y externas. En 1950 Shigeo Shingo definió las operaciones internas como aquellas que deben realizarse con la máquina parada y de igual manera las operaciones externas son aquellas que pueden realizarse con la máquina en marcha.

Las separación de las operaciones externas, es la primera reducción de tiempo que se realizará en la etapa inicial del sistema “SMED” para su identificación se utiliza la tabla del resumen de las actividades del

proceso, y a un lado se realiza la clasificación de las operaciones en base a su naturaleza explicada en el punto 3.2. La tabla 21 muestra la clasificación de las actividades en internas y externas.

TABLA 21
CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS DEL
PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO PARA LAS MÁQUINAS
TROQUELADORAS.

CLASIFICACION DE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS						
Maquina	Troqueladora Plana	Fecha	1 de Noviembre de 2006	Internas	10 Actividades	
Proceso	Cambio de trabajo	Analista	Jose Meza	Externas	2 Actividad	
Actividad		Referencias		Bobst	BF-1000S	Clasificación
Desmontar Troquel		Troquel Anterior		4.72	6.63	Interna
Preparación de Troquel		Encacuchado y Colocar acetato		71.42	69.02	Externa
Montaje de Troquel		Siguiente Troquel		5.04	5.19	Interna
Arreglo de Platina		Troqueles Nuevo o de baja repetición		29.36	32.3	Interna
Copiado de Contra troquel		Troqueles Nuevo		30.16	31.2	Interna
Registro Descartonador		Troqueles requeridos		42.53	-	Externa
Registro Entrada		Referencia al formato		3.9	5.33	Interna
Registro Impresión		Horizontal – mover escuadra		3.75	5.16	Interna
		Vertical – Mover Topes		-	-	
Registro Salida		Referencia al Formato		3.76	4.99	Interna
Registro Presión		Referencia al Material		3.19	4.64	Interna
Registro Corte		Aumento – Colocar cinta en copia		43.92	46.94	Interna
		Disminuir – Calar copia o Golpear cuchilla		-	-	
Registro Succión		Referencia al Material		6.12	11.7	Interna
TOTAL				247.87	223.1	

En la tabla 21 se puede identificar 2 operaciones externas que son: la preparación del troquel y el registro descartonador estas actividades en la actualidad se realizan cuando se detiene la máquina como si fueran internas, sin embargo pueden ser separadas del proceso ya que se trata de actividades externas.

3.6 Conclusiones.

En este capítulo se describió el proceso de montaje o cambio de trabajo para las máquinas troqueladoras planas, en esta descripción se incluyeron las características de las máquinas estudiadas, su funcionamiento y se puntualizaron las diferencias entre ellas concluyendo con un diagrama de flujo de proceso.

Se realizó un estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de las diferentes actividades que forman parte del proceso, para ello se consideraron los requerimientos de un estudio de tiempo como, la selección y calificación de operario, la determinación del tamaño de muestra y la fijación de tolerancias. Se calculó el tiempo estándar para cada actividad. La suma de las actividades dio un tiempo de 247.87 minutos (4 horas y 7 minutos) para Bobst y 223.1 minutos (3 horas y 43 minutos) para la BF-1000S.

Debido a que el proceso no se desarrolla en forma continua fue necesario realizar un diagrama de actividades conjuntas en el cual se ilustró la metodología de trabajo para realizar el cambio en ambas máquinas, se puntualizaron los 5 escenarios que podrían presentarse en el proceso. Estos fueron graficados para determinar el tiempo

estándar del proceso, sin embargo en 2 escenarios se presentaba un desbalance entre las actividades del operador y del ayudante. Fue necesario realizar el análisis y cambiar la distribución de actividades de los mismos, al final se determinó el tiempo estándar de los diferentes escenarios, el resumen de los tiempos se muestra en la tabla 20.

Una vez descrito el proceso, se realizó la clasificación de las operaciones del mismo en actividades internas y externas. se identificó 2 operaciones externas dentro del proceso: la preparación del troquel y el registro descartador.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

4.1 Introducción.

El diseño para aplicar el sistema SMED consiste en 3 etapas, la primera es la separación de las operaciones externas del proceso de montaje, la segunda busca transformar las internas en externas y la tercera busca reducir al máximo los ajustes internos.

Una vez que se conoce el proceso en detalle y se identifica las actividades internas y externas, se procede a separar estas actividades para los 5 escenarios planteados en el capítulo anterior, tomando como referencia los diagramas de actividades conjuntas. Se continúa con el estudio de las actividades que son internas por naturaleza para exteriorizarlas aplicando diversas herramientas de la ingeniería industrial.

4.2 Separación de actividades externas del proceso de montaje.

Para identificar y separar las actividades externas del proceso se toma como referencia los diagramas de actividades conjuntas que se observan en el Apéndice A, las actividades que se consideran externas son la preparación del troquel y el registro descartonador, pero estas actividades no forman parte de todos los escenarios. La preparación del troquel solo se realiza en los trabajos nuevos.

Por otro lado el registro descartonador solo se ejecuta para la máquina Bobst en el caso de los troqueles nuevos y en los troqueles de repetición con registro descartonador.

De esta manera, el análisis se reduce a tres escenarios. El primer escenario que se analiza es el de troquel nuevo para la máquina Bobst, el cual en la actualidad tiene un tiempo estándar de 194.5 minutos, este escenario incluye las 2 actividades que identificamos como externas, en el caso de la preparación del troquel que tiene una duración de 71.42 minutos la realiza el operador junto con el ayudante y el registro descartonador que tiene una duración de 42.53 minutos lo realiza el ayudante sin ayuda alguna, la propuesta en este escenario

es exteriorizar las 2 actividades y que las realice el operador y otro ayudante, para que de esta manera la máquina sea operada por el ayudante titular mientras se realiza la preparación del troquel y el registro descartonador, este último será realizado por 2 personas y estimamos que su tiempo se reducirá a la mitad, porque el trabajo se divide por igual en la mesa de arreglo del descartonador (Figura 3.7).

Como resultado de exteriorizar estas actividades se divide el proceso en 2 partes, el proceso previo al cambio de trabajo, el cual es realizado mientras la máquina esta operativa y el proceso de cambio de trabajo como tal. El proceso previo al cambio de trabajo consta de las operaciones de preparación del troquel y de registro descartonador y tiene una duración estimada de 92.75 minutos, esto quiere decir que para tener un cambio de trabajo con el menor tiempo posible, los trabajos nuevos se deben programar después de trabajos con tiempos de operación mayores a 93 minutos, o 9000 tiros, para que la preparación del troquel nuevo este antes de la finalización del trabajo.

La figura 4.1 muestra el diagrama de actividades conjuntas para el proceso previo al cambio de trabajo para los troqueles nuevos en la máquina Bobst.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES					
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO	RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO	ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E	COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE	INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C	ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Preparacion del troquel		1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
		21			
		22			
		23			
		24			
		25			
		26			
		27			
		28			
		29			
		30			
		31			
		32			
		33			
		34			
		35			
		36			
		37			
		38			
		39			
		40			
		41			
		42			
		43			
		44			
		45			
		46			
		47			
		48			
		49			
		50			
		51			
		52			
		53			
		54			
		55			
		56			
		57			
		58			
		59			
		60			
		61			
		62			
		63			
		64			
		65			
		66			
		67			
		68			
		69			
		70			
		71			
		72			
Registro Descartador		73			
		74			
		75			
		76			
		77			
		78			
		79			
		80			
		81			
		82			
		83			
		84			
		85			
		86			
		87			
		88			
		89			
		90			
		91			
		92			

FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO NUEVO EN LA MÁQUINA BOBST SP 102E.

La figura 4.2 muestra el diagrama de actividades conjuntas para el nuevo proceso de cambio de trabajo para los troqueles nuevos en la máquina Bobst.

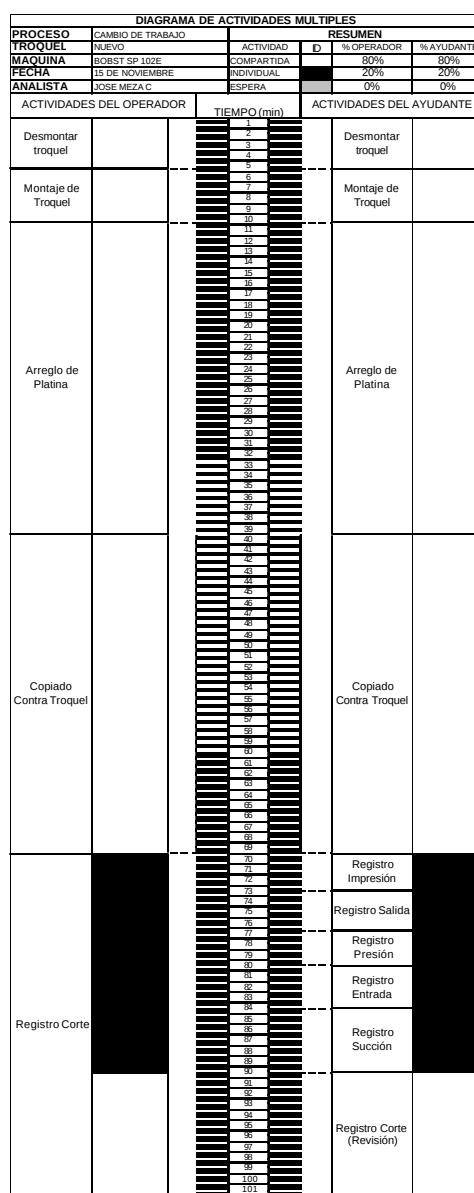


FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL NUEVO PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO NUEVO EN LA MÁQUINA BOBST SP 102E.

De esta manera como observamos en la figura 4.2, el nuevo proceso de cambio de trabajo nuevo en la máquina bobst tiene una duración de 101.25 minutos, lo que representa una reducción de 48% del tiempo actual del proceso de montaje para este escenario.

El segundo escenario en ser analizado es el del troquel de repetición con registro descartonador para la máquina Bobst, Este proceso en la actualidad tiene una duración de 93 minutos y solo cuenta con una actividad que se considera externa que es la del registro descartonador, la cual tiene una duración de 42.53 minutos y es realizada solo por el ayudante.

Al igual que en el escenario anterior esta actividad se exterioriza y la realiza el operador con el ayudante mientras la máquina esta siendo operada por el ayudante titular, de esta manera el proceso previo al cambio de trabajo dura 21.25 minutos, por lo tanto, la operación de la maquina debe durar al menos 22 minutos o 2500 tiros. La figura 4.3 muestra el diagrama de actividades conjuntas para proceso previo al cambio de trabajo para los troqueles de repetición con registro descartonador en la máquina Bobst.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN			
TROQUEL	REPETICIÓN C/ DESCARTONAD		ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E		COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE		INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C		ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	
Registro Descartador			1		Registro Descartador	
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
			10			
			11			
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			

FIGURA 4.3 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICIÓN CON DESCARTONADOR EN LA MÁQUINA BOBST SP 102E.

De esta manera el proceso de cambio de trabajo se reduce a 71.25 minutos es decir en un 23% del tiempo actual del proceso de cambio de trabajo. La figura 4.4 muestra el diagrama de actividades conjuntas para el nuevo proceso de cambio de trabajo para los troqueles de repetición con registro descartador en la máquina Bobst.

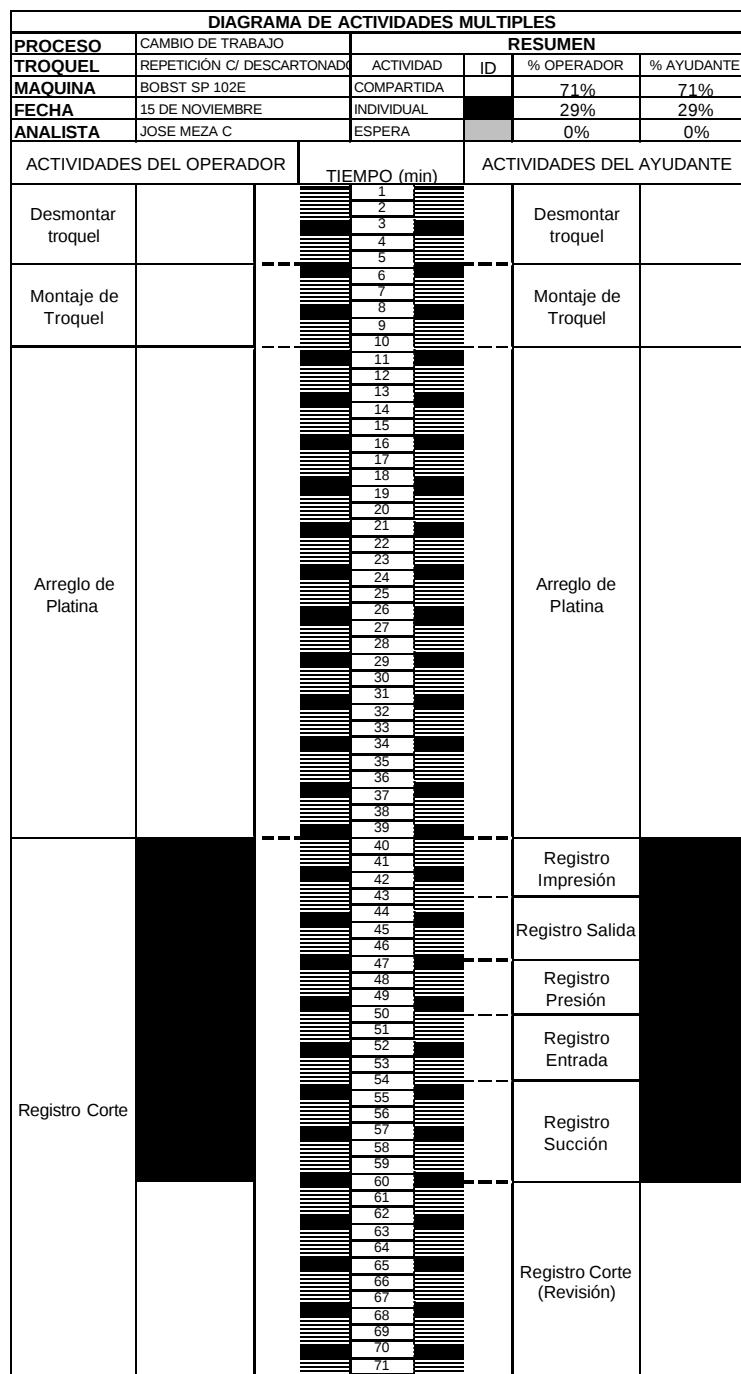


FIGURA 4.4 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL NUEVO PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICIÓN CON DESCARTONADOR EN LA MÁQUINA BOBST SP 102E.

Finalmente se analiza el tercer escenario que es el de troqueles nuevos para la máquina BF-1000, el cual tiene una duración de 191.25 minutos. En este proceso solo se cuenta con la operación de preparación de troquel como externa proceso, esta operación tiene una duración de 69.25 minutos, normalmente esta preparación se realiza por el operador y el ayudante y del mismo modo se puede realizar mientras el ayudante titular opera la máquina.

Este cambio implica tomar en consideración que los troqueles nuevos en la máquina BF-1000 se deben programar después de trabajos que duren por lo menos 70 minutos, o 3000 tiros, con esto se asegura que sea continuo el proceso de cambio de troquel.

Con esta modificación, el proceso de cambio de troquel nuevo en la máquina BF-1000 se reduce a 122 minutos lo que representa una reducción 36% del tiempo actual. La figura 4.5 muestra el diagrama de actividades conjuntas para proceso previo al cambio de trabajo para los troqueles nuevos en la máquina BF-1000 y la figura 4.6 muestra el diagrama de actividades conjuntas para el nuevo proceso de cambio de trabajo nuevo para la máquina BF.1000.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO		ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BF-1000		COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE		INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C		ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Prepracion del troquel			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
			10			
			11			
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
			22			
			23			
			24			
			25			
			26			
			27			
			28			
			29			
			30			
			31			
			32			
			33			
			34			
			35			
			36			
			37			
			38			
			39			
			40			
			41			
			42			
			43			
			44			
			45			
			46			
			47			
			48			
			49			
			50			
			51			
			52			
			53			
			54			
			55			
			56			
			57			
			58			
			59			
			60			
			61			
			62			
			63			
			64			
			65			
			66			
			67			
			68			
			69			

FIGURA 4.5 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO NUEVO EN LA MÁQUINA BF-1000S.

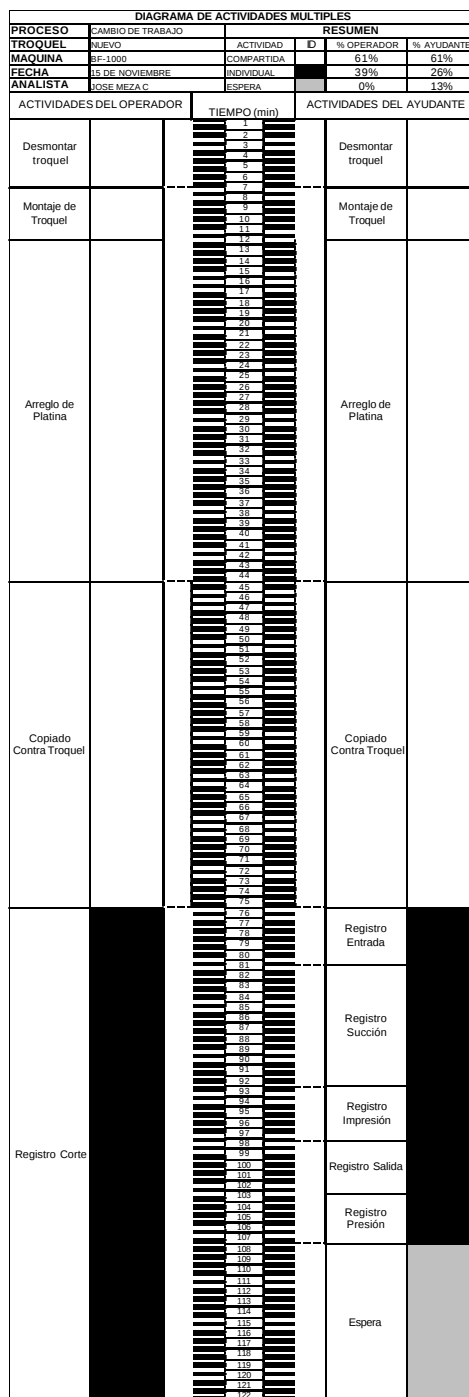


FIGURA 4.6 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL NUEVO PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO NUEVO EN LA MÁQUINA BF-1000.

Luego de analizar los 3 escenarios y de colocar las actividades externas fuera del proceso, obtenemos una reducción en el tiempo estándar total para los escenarios analizados, la tabla 22 muestra el resumen de tiempos estándar para cada escenario luego de separar las actividades externas.

TABLA 22
RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR TOTAL EN CAD A MÁQUINA
LUEGO DE SEPARAR LAS ACTIVIDADES EXTERNAS DEL
PROCESO.

RESUMEN		Bobst Nuevo		Bobst Rep. C/d		Bobst Rep. S/d		BF-1000S Nuev		BF-1000S Repet	
ACTIVIDAD	ID	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU
PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		100%	100%	100%	100%	-	-	100%	100%	-	-
INDIVIDUAL		0%	0%	0%	0%	-	-	0%	0%	-	-
ESPERA		0%	0%	0%	0%	-	-	0%	0%	-	-
Tiempo Estandar		92.75 min		21.25 min		-		69.25 min		-	
PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		80%	80%	71%	71%	71%	71%	61%	61%	53%	53%
INDIVIDUAL		20%	20%	29%	29%	29%	29%	39%	26%	47%	47%
ESPERA		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%
Tiempo Estandar		101.25 min		71.25 min		71.25 min		122 min		83.5 min	
TOTAL											
OPERACIONES		INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO
PORCENTAJE		52%	48%	77%	23%	100%	0%	64%	36%	100%	0%

Se observa que en el cuarto escenario luego de separar las actividades externas existe un desbalance en el proceso de cambio, se dispuso balancear las actividades permitiendo que el ayudante apoye en el registro de corte como se planteó en el capítulo anterior. La figura 4.7 muestra el nuevo proceso de cambio para troqueles nuevo de la máquina BF-100 luego del balance de actividades.

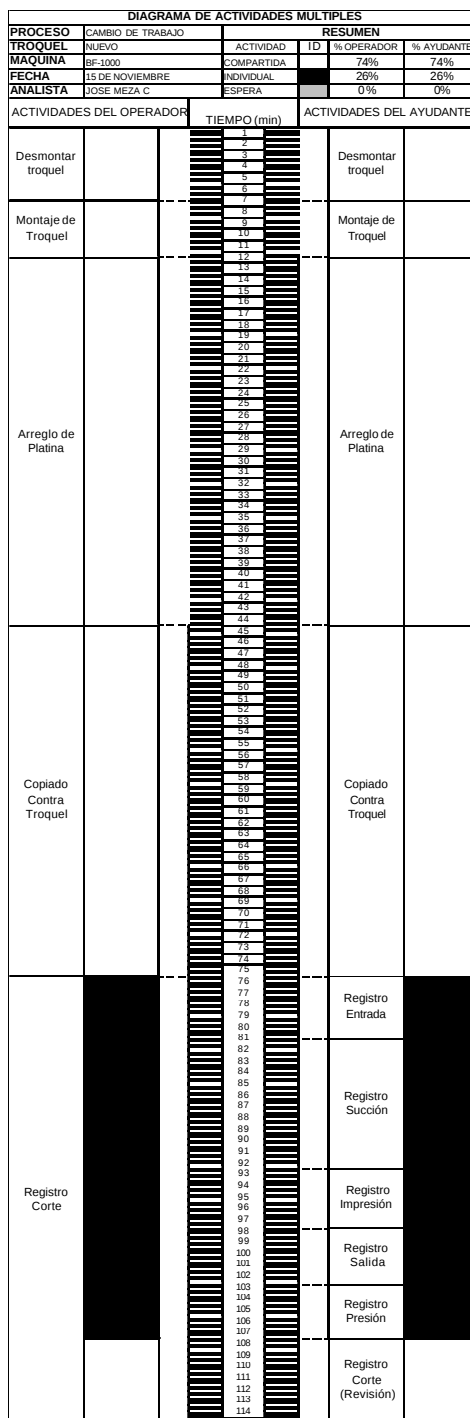


FIGURA 4.7 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL NUEVO PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO NUEVO EN LA MÁQUINA BF-1000 LUEGO DEL BALANCE DE ACTIVIDADES.

Una vez balanceado el escenario antes mencionado la tabla 23 muestra el resumen de los tiempo estándar total para cada escenario, incluyendo el proceso previo al cambio de trabajo y el porcentaje de actividades que se realizan externa e internas al proceso de cambio de trabajo

TABLA 23
RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR TOTAL EN CAD A MÁQUINA
LUEGO DE SEPARAR LAS ACTIVIDADES EXTERNAS DEL
PROCESO LUEGO DE BALANCEAR EL CUARTO ESCENARIO.

RESUMEN		Bobst Nuevo		Bobst Rep. C/de		Bobst Rep. S/de		BF-1000S Nuev		BF-1000S Repet	
ACTIVIDAD	ID	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU
PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		100%	100%	100%	100%	-	-	100%	100%	-	-
INDIVIDUAL		0%	0%	0%	0%	-	-	0%	0%	-	-
ESPERA		0%	0%	0%	0%	-	-	0%	0%	-	-
Tiempo Estandar		92.75 min		21.25 min		-		69.25 min		-	
PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		80%	80%	71%	71%	71%	71%	61%	61%	53%	53%
INDIVIDUAL		20%	20%	29%	29%	29%	29%	39%	39%	47%	47%
ESPERA		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tiempo Estandar		101.25 min		71.25 min		71.25 min		114.5 min		83.5 min	
TOTAL											
OPERACIONES		INTERNO	EXTERN	INTERNO	EXTERN	INTERNO	EXTERN	INTERNO	EXTERN	INTERNO	EXTERN
PORCENTAJE		52%	48%	77%	23%	100%	0%	62%	38%	100%	0%

4.3 Análisis de actividades internas.

Luego de separar las actividades externas del proceso de cambio de trabajo, el siguiente paso del sistema SMED consiste en analizar las actividades internas para tratar de convertirlas en externas mediante el uso de procesos alternativos que permitan realizar las actividades sin necesidad de detener la máquina.

Al final de la etapa anterior quedaron 10 actividades internas que son: desmontaje de troquel, montaje de troquel, arreglo de platina, copiado contra troquel, registro entrada, registro impresión, registro salida, registro presión, registro corte, registro succión. Estas actividades fueron representadas en el diagrama de actividades conjuntas, a medida que se realice el análisis podremos separar del proceso las actividades que puedan convertirse en externas.

La primera actividad que vamos a analizar es la de desmontaje de troquel, esta actividad por su naturaleza es interna, en ella no se realiza ningún tipo de calibración ni arreglo, es simplemente sacar la rama superior y quitar el troquel que fue utilizado por la máquina, en esta operación es indispensable detener la máquina y de igual manera la siguiente operación que consiste en montar el troquel nuevo.

Ambas actividades no pueden ser exteriorizadas, sin embargo pueden ser reducidas para lo cual se las estudiará en la siguiente etapa del sistema SMED.

La tercera actividad a ser analizada es el arreglo de la platina contra troquel, para esta actividad es necesario usar la prensa platina completa, es por esto que no se puede exteriorizar, sin embargo el

fundamento de la operación es colocar las matrices sobre las cuchillas dobladoras para con la operación de la máquina estas queden pegadas a la platina contra troquel que esta colocada en la rama inferior, lo que en principio supone para poder exteriorizarlo que fuera de la prensa platina, la rama superior e inferior se puedan alinear de la misma manera en que lo hacen dentro de la máquina.

Tomando como ejemplo el registro descartador, para lo cual existe una mesa que permite igualar los ejes de los soportes en que se colocan los pupos para ser alineados, la propuesta es desarrollar una mesa que permita exteriorizar el acople de la rama superior e inferior de manera que emule el mecanismo de la prensa platina de las máquinas troqueladoras, este proceso adicional no solo ayudaría a esta operación sino a otras adicionales que serán analizadas posteriormente.

El apéndice B incluye los detalles del diseño de la mesa en cuestión como: medidas, esquema cinemático, materiales y costos de fabricación y mantenimiento. En esta unidad explicaremos el funcionamiento de la mesa y el proceso que se llevará a cabo en ella.

La mesa de arreglo de prensa platina debe funcionar con 2 ramas adicionales a las que se usan en la máquina tanto superior como inferior. En la actualidad se cuenta con 2 ramas superiores, pero es necesario adquirir nuevas ramas inferiores, para ambas máquinas.

Por tratarse de una replica de la prensa platina de la máquina troqueladora el funcionamiento debe ser parecido al funcionamiento de la misma, de manera que los operadores no se compliquen al utilizarlos.

Lo primero que se debe realizar es montar la rama superior que se saca de la máquina y sacar el troquel que se ha utilizado, luego se coloca el troquel que se va a utilizar en el siguiente trabajo, una vez ajustado el troquel se procede a realizar el arreglo de platina que es la actividad que se trata de exteriorizar.

Al igual que en el proceso normal se empieza por cortar las matrices y colocarlas en las cuchillas dobladoras, luego se le da vuelta al troquel y se lo inserta en la mesa, después se debe montar la rama inferior y limpiar la platina antes de ingresarla a la mesa, luego se debe asegurar las ramas y accionar el pedal hidráulico para juntar las 2

ramas, así queda listo el arreglo de platina. Debido a que las ramas se encuentran alienadas igual que dentro de la máquina se puede exteriorizar también el copiado contra troquel.

Se coloca sobre la platina una hoja de papel al tamaño del formato con papel carbón encima, luego se inserta la rama inferior y se acciona el pedal hidráulico hasta que haga presión sobre la hoja, finalmente se saca la rama inferior y se retira la hoja con la copia, se ingresa la rama inferior nuevamente y sacamos la rama superior para colocar la copia en la parte superior de la rama alineada con el troquel.

La figura 4.8 muestra el diagrama de proceso para el cambio de trabajo en la mesa de arreglo de prensa platina.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
Maquina	Mesa de Arreglo Prensa Platina			Resumen		
Proceso	Cambio de trabajo			Actividad		Actual
Fecha				Operación		24
Analista	Jose Meza			Transporte		
Comentarios.				Demora		
				Inspección		
				Almacenaie		
				Tiempo		
Descripción de la Actividad				Simbolo		Tiempo (min)
Montar rama superior						
desatornillar 6 tuercas 2 al inferior y 4 en cada costado						
Sacar troquel anterior						
Colocar el troquel Nuevo						
ajustar las 6 tuercas						
Colocar tiras en las cuchillas dobladoras						
darle vuelta						
Ingresar la Rama Superior						
Montar rama inferior						
Limpiar la platina						
Ingresar la rama inferior						
Asegurar las ramas v presionar el pedal hidraulicc						
Juntar las ramas v liberar la presión						
Sacar la rama inferior y sacar la parte plastica de las matrices						
Colocar un papel del tamaño del formato y papel carbon						
Ingresar la rama inferior						
Asegurar las ramas v presionar el pedal hidraulicc						
Juntar las ramas v liberar la presión						
Sacar la rama inferior y quitar la copia al carbon						
Ingresar la rama inferior						
Sacar la rama superior						
Colocar la copia al carbon regitrada con el troquel						
Quitar la rama superior y colocarla en la maquina						
Quitar la rama Inferior y colocarla en la maquina						

FIGURA 4.8 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MESA DE ARREGLO DE PRENSA PLATINA.

En la figura 4.8 se observa que las operaciones de desmontaje y montaje de troquel que un principio fueron consideradas internas ahora con el soporte de la mesa pueden ser exteriorizadas y reemplazadas en el proceso original por una nueva operación que es el cambio de ramas.

Al exteriorizar las operaciones de copiado contra troquel y arreglo de platina se eliminan las diferencias entre los trabajo nuevos y de repetición, de esta manera se cuenta con un único escenario para cada máquina.

En el apéndice C se muestran los diagramas de actividades conjuntas para el proceso de cambio de trabajo de las 2 máquinas y de los procesos previos. La tabla 24 muestra el resumen de los tiempos estándar para el proceso de cambio de cada máquina y los procesos previos de cada tipo de troquel.

TABLA 24
RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR TOTAL EN CADA MÁQUINA
PARA EL PROCESO DE CAMBIO TRABAJO Y SUS PROCESOS
PREVIOS LUEGO DE LA SEGUNDA ETAPA DEL SISTEMA SMED.

RESUMEN		Bobst Nuevo		Bobst Rep. C/de		Bobst Rep. S/de		BF-1000S Nuev		BF-1000S Repet	
ACTIVIDAD	ID	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU
PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
INDIVIDUAL		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ESPERA		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tiempo Estandar		161.75 min		60.25 min		38.75 min		144.25 min		44 min	
PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		44%	44%	44%	44%	44%	44%	26%	26%	26%	26%
INDIVIDUAL		56%	56%	56%	56%	56%	56%	74%	74%	74%	74%
ESPERA		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tiempo Estandar		36.25 min		36.25 min		36.25 min		43.5 min		43.5 min	
TOTAL											
OPERACIONES		INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC
PORCENTAJE		18%	82%	38%	62%	48%	52%	23%	77%	50%	50%

La duración de los procesos previos al cambio de trabajo deben ser tomados en cuenta al momento de programar la producción, como se menciona en la unidad anterior se debe definir el tiraje mínimo antes de programar los diferentes tipos de trabajos. La tabla 25 muestra el tiraje mínimo que se debe programar antes de cada trabajo tomando como referencia la duración del proceso previo al trabajo.

TABLA 25
TIRAJE PREVIO MÍNIMO PARA LA PROGRAMACIÓN DE LOS
DIVERSOS TIPOS DE TROQUEL AL TÉRMINO DE LA SEGUNDA
ETAPA DEL SISTEMA SMED.

Maquina	Tipo de Troquel	Tiempoc(min)	Tiraje Previo
Bobst	Nuevo	161.75	16,000
Bobst	Rep. con desca	60.25	6,000
Bobst	Rep. sin desca	38.75	4,000
BF-1000	Nuevo	144.25	6,000
BF-1000	Repetición	44.00	2,000

Según la tabla 25 para la máquina Bobst el tiraje mínimo es de 4000 tiros, si se encuentra con un tiraje menor lo recomendable es enviarlo a la máquina BF-1000. La figura 4.9 muestra el diseño preliminar de la mesa de arreglo prensa platina en vista isométrica que dará soporte a las actividades que han sido exteriorizadas.

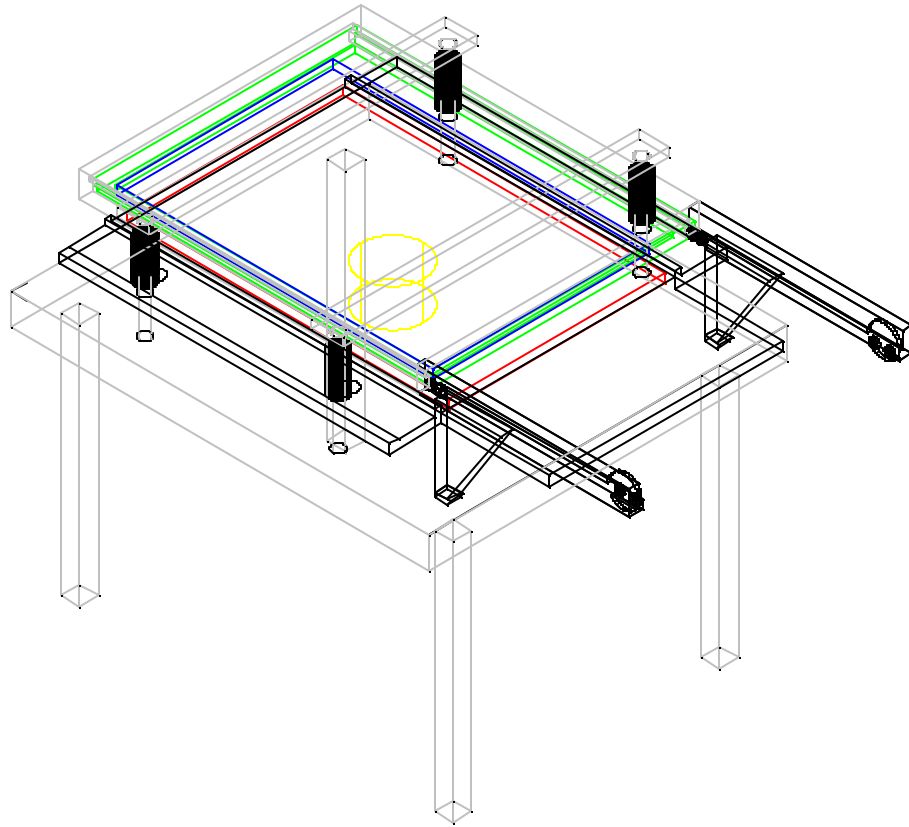


FIGURA 4.9 VISTA ISOMETRICA DE LA MESA DE ARREGLO DE PRENSA PLATINA.

La siguiente actividad a ser analizada es la de registro, En ambas máquinas se realizan 6 registros que son el de entrada, impresión, salida, presión, corte y succión. Todos estos registros implican el movimiento de los parámetro de medición de la máquina por lo que se los considera internos por naturaleza, sin embargo ya que se cuenta con una mesa que emula la prensa platina esta se puede acondicionar para tratar de reducir el tiempo de estas actividades, sobre todo el

registro de corte que en la actualidad es el que mayor tiempo toma, pero este tipo de reducciones se van a detallar en la siguiente etapa del sistema de SMED. Al final de esta etapa el proceso de cambio de trabajo para ambas máquinas queda con una nueva actividad que denominamos cambio de ramas y con las 6 actividades de registro de la máquina.

4.4 Reducción de actividades internas.

La última etapa del sistema SMED es reducir las actividades que quedaron dentro del proceso que se esta mejorando, para esto es necesario analizar en detalle cada una de las actividades, sus movimientos y factores que inciden en el tiempo de la operación.

En el apéndice C se muestran los nuevos procesos de cambio de trabajo para las 2 máquinas analizadas. En este proceso quedaron 7 operaciones.

La primera actividad que se analiza es el registro de entrada, esta operación consiste en tomar una hoja y abrir las escuadras de la máquina para ajustarla al formato de la hoja que será troquelada. Esta operación en la actualidad toma 4 minutos en la máquina Bobst y 5.33

en la máquina BF-1000S, tiempos que se pueden reducir al eliminar la forma de trabajar en base a prueba y error. Con la orden de producción llega el formato de la hoja que se va a troquelar, y las escuadras de la entrada en el caso de la máquina Bobst tienen una regla que permite moverla directamente a la medida requerida, la figura 4.10 muestra la escuadra de la máquina bobst con la regla.

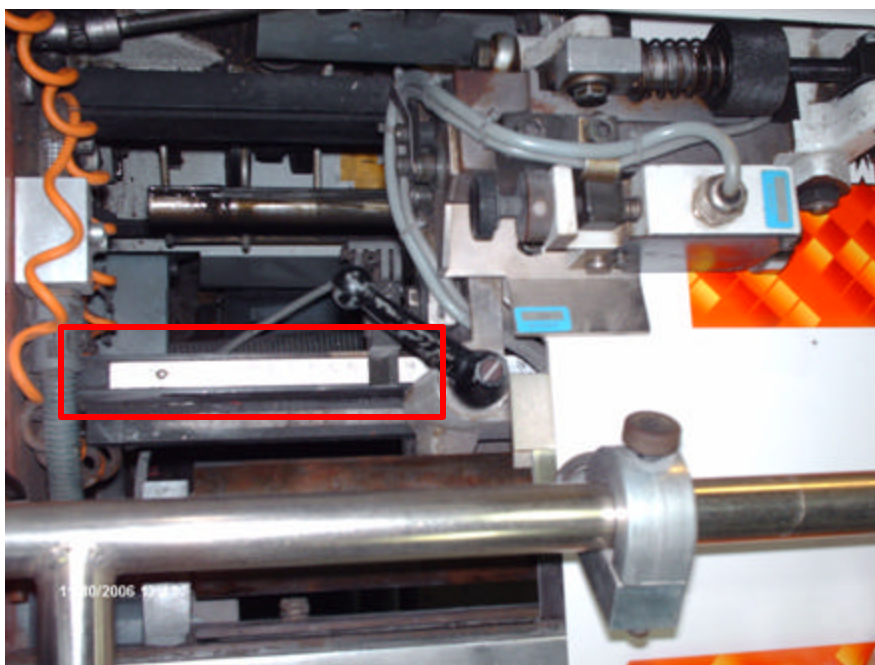


FIGURA 4.10 ESCUADRA DE LA MÁQUINA BOBST CON REGLA.

En la máquina BF-1000 no hay reglas de referencia pero estas pueden adaptarse a la escuadra. La figura 4.11 muestra la escuadra de la máquina BF-1000S señalando el lugar sugerido para ubicar la regla.



FIGURA 4.11 ESCUADRA DE LA MÁQUINA BF-1000S CON EL LUGAR SUGERIDO PARA COLOCAR LA REGLA.

Se realizó pruebas en la máquina bobst y se redujo el tiempo de 3.9 minutos a 2 minutos, una reducción del 50% de la operación. Esta reducción se puede confirmar realizando un nuevo estudio de tiempo con el cambio propuesto.

En la operación de registro de salida también se puede aplicar el mismo cambio, tomando las medidas que vienen en la orden de

producción. La máquina Bobst tiene en la unidad de recepción 3 varillas con regla, una para cada uno de los alineadores ajustables, de igual manera en el caso de la máquina BF-1000 existen varillas pero estas no tienen reglas, es necesario realizar las mediciones necesarias y colocar las reglas en las varillas para facilitar la operación, en esta actividad se estima una reducción del 50% en la duración de la operación, luego de realizar las pruebas en la máquina Bobst.

Luego del cambio en la operación, el tiempo estándar del proceso de cambio de trabajo se redujo para ambas máquinas, en el caso de la máquina Bobst se obtuvo una reducción del 5% del tiempo alcanzado en la segunda etapa del sistema SMED, de igual manera en la máquina BF-1000S se obtuvo una reducción del 6% dejando el tiempo estándar para el proceso de cambio de trabajo en 34,5 minutos para las máquina Bobst y de 41 minutos para la máquina BF-1000S.

La siguiente actividad que se analiza es el registro de impresión, en la actualidad este registro se lo realiza pasando hojas a través de la máquina haciendo prueba y error hasta cuadrar la impresión con el troquel. Como se explicó en el capítulo 3, el registro se cuadra de

acuerdo a como viene impreso del proceso anterior, no siempre la impresión queda cuadrada de la misma forma en los trabajos de repetición, por lo que seria inútil tratar de registrar la medida de los topes y la escuadra, por lo tanto es necesario mover los topes de la entrada de los pliegos en forma horizontal y vertical.

La propuesta en este caso es cuadrar la impresión en la mesa de arreglo de prensa platina, para esto es necesario añadir una regla que tenga la misma referencia de los topes y escuadra de la máquina. De esta manera se puede registrar el valor y ajustarlo directamente en la máquina

Para realizar la adaptación de la regla es necesario tomar en consideración el plano mecánico de la máquina troqueladora, y así garantizar la exactitud de su posición en la mesa de arreglo. La figura 4.12 muestra la vista superior de la mesa de arreglo de prensa platina y la línea naranja muestra el lugar sugerido para adaptar la regla.

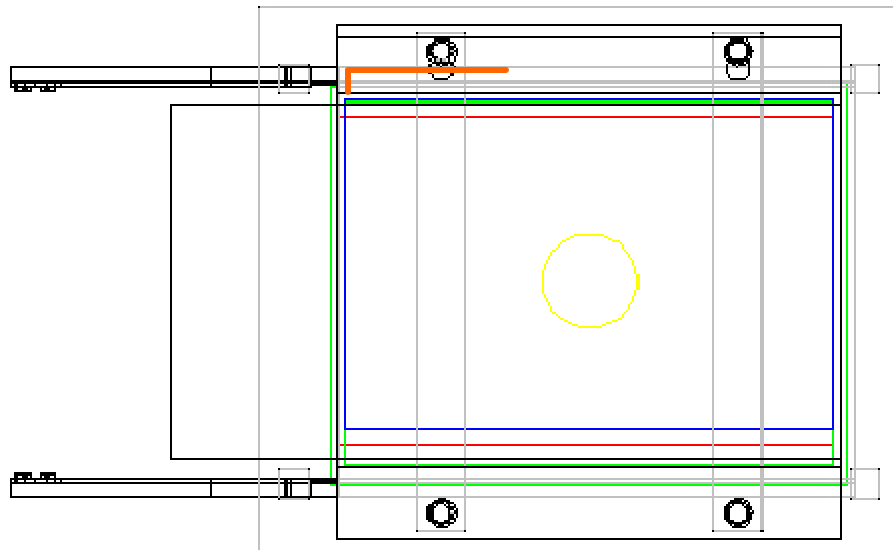


FIGURA 4.12 VISTA SUPERIOR DE LA MESA DE ARREGLO DE PRENSA PLATINA CON MARCA PARA LA REGLA.

De esta manera, la operación de registro de impresión se convierte en ajuste de topes y escuadras, lo cual reduce el tiempo de operación en un 75% pero aumenta las actividades en el proceso previo al cambio de trabajo. La operación de cuadrar la impresión en la mesa de arreglo de platina toma casi el mismo tiempo actual de la operación.

La siguiente actividad que se analiza es la de registro de corte. Para mejorar la misma se utilizará la mesa de arreglo de prensa platina. En la actualidad esta operación se lleva a base de prueba y error, se da marcha a la máquina y se la detiene para verificar el corte y doblado

de las cajas. Se observa que la caja se pueda formar bien y que el corte este parejo.

La operación de copiado de contra troquel fue exteriorizada, por lo tanto, en el proceso previo al cambio de trabajo ya se tiene con la copia del contra troquel. El diseño de la mesa de arreglo de prensa platina incluye un cilindro hidráulico que puede ejercer una presión de hasta 10 toneladas, lo cual es suficiente para conseguir el corte en el 90% de los materiales que se trabajan en la empresa, de manera que las pruebas iniciales se pueden realizar en la mesa de arreglo de platina y llegar a aprobar el diseño y rectificar las cajas que sean necesarias.

La operación en el proceso de cambio de trabajo se transforma en una verificación del troquelado uniforme, generando según las pruebas realizadas una reducción del 80% del tiempo actual de la operación. Se aumenta las actividades previo al cambio de trabajo, luego de minimizar las 2 operaciones con el soporte de la mesa de arreglo de prensa platina se obtuvo una reducción de del 57% y 53% en las máquinas Bobst y BF-1000S respectivamente con relación al tiempo

estándar llegando a un tiempo de 15.5 minutos en la máquina Bobst y 20.25 minutos en la máquina BF-1000S.

Sin embargo, para el caso de estas operaciones se añadió operaciones en el proceso previo al cambio de trabajo lo que generará que el tiempo del mismo aumente en una cantidad muy cercana a la que se logró reducir en el proceso, este hecho aumenta el tiraje mínimo que se debe considerar para la programación de las máquinas troqueladoras. La tabla 26 muestra el tiraje mínimo que se debe programar antes de cada trabajo tomando como referencia la duración del proceso previo al trabajo luego de la tercera etapa del sistema SMED, los tirajes que se trabajan en estas maquinas en un 75% superan los 20000 tiros de modo que no afecta la flexibilidad de la programación diaria.

TABLA 26
TIRAJE PREVIO MÍNIMO PARA LA PROGRAMACIÓN DE LOS
DIVERSOS TIPOS DE TROQUEL AL TÉRMINO DE LA TERCERA
ETAPA DEL SISTEMA SMED.

Maquina	Tipo de Troquel	Tiempoc(min)	Tiraje Previo
Bobst	Nuevo	185.75	18,500
Bobst	Rep. con desca	84.25	8,500
Bobst	Rep. sin desca	62.75	6,500
BF-1000	Nuevo	168.25	7,000
BF-1000	Repetición	68.00	3,000

Con estas modificaciones se producen cambios en el proceso de cambio de trabajo en la mesa de arreglo de prensa platina. La figura 4.13 muestra su diagrama de proceso luego de la tercera etapa.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
Maquina	Mesa de Arreglo Prensa Platina	Resumen				
Proceso	Cambio de trabajo	Actividad				Actual
Fecha		Operación				29
Analista	Jose Meza	Transporte				
Comentarios.		Demora				
		Inspección				2
		Almacenaie				
		Tiempo				
Descripción de la Actividad		Símbolo				Tiempo (min)
Montar rama superior		●	➡	⏏	□	▽
desatornillar 6 tuercas 2 al inferior y 4 en cada costado		●	➡	⏏	□	▽
Sacar troquel anterior		●	➡	⏏	□	▽
Colocar el troquel Nuevo		●	➡	⏏	□	▽
ajustar las 6 tuercas		●	➡	⏏	□	▽
Colocar tiras en las cuchillas dobladoras		●	➡	⏏	□	▽
darle vuelta		●	➡	⏏	□	▽
Ingresar la Rama Superior		●	➡	⏏	□	▽
Montar rama inferior		●	➡	⏏	□	▽
Limpiar la platina		●	➡	⏏	□	▽
Ingresar la rama inferior		●	➡	⏏	□	▽
Asegurar las ramas y presionar el pedal hidraulico		●	➡	⏏	□	▽
Juntar las ramas y liberar la presión		●	➡	⏏	□	▽
Sacar la rama inferior y sacar la parte plastica de las matrices		●	➡	⏏	□	▽
Colocar un papel del tamaño del formato y papel carbon		●	➡	⏏	□	▽
Ingresar la rama inferior		●	➡	⏏	□	▽
Asegurar las ramas y presionar el pedal hidraulico		●	➡	⏏	□	▽
Juntar las ramas y liberar la presión		●	➡	⏏	□	▽
Sacar la rama inferior y quitar la copia al carbon		●	➡	⏏	□	▽
Ingresar la rama inferior		●	➡	⏏	□	▽
Sacar la rama superior		●	➡	⏏	□	▽
Colocar la copia al carbon registrada con el troquel		●	➡	⏏	□	▽
Cuadrar la impresión Horizontalmente moviendo la escuadra		●	➡	⏏	□	▽
Cuadrar la impresión Verticalmente moviendo los topes		●	➡	⏏	□	▽
Asegurar las ramas y presionar el pedal hidraulico		●	➡	⏏	□	▽
Juntar las ramas y liberar la presión		●	➡	⏏	□	▽
Chequear el corte y grafas		○	➡	⏏	■	▽
Si falta corte o grafas se procede a calzar la copia al carbon		●	➡	⏏	□	▽
aprobación de la cajas		○	➡	⏏	■	▽
Quitar la rama superior y colocarla en la maquina		●	➡	⏏	□	▽
Quitar la rama Inferior y colocarla en la maquina		●	➡	⏏	□	▽

FIGURA 4.13 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MESA DE ARREGLO DE PRENSA PLATINA DESPUES DE LA TERCERA ETAPA DEL PROYECTO.

La siguiente actividad que se analiza es el registro de presión, en ambas máquinas se procesan diversos tipos de materiales y cada material requiere una presión diferente.

En el caso de la máquina Bobst, la propuesta es elaborar un registro que pueda consolidar un histórico por tipos de materiales con su respectiva presión, de manera que la segunda vez que se vaya a procesar el mismo tipo de material, simplemente se coloque la presión que fue registrada en el último trabajo.

Se realizó pruebas registrando ciertos trabajo de mayor frecuencia si se alcanzó reducciones de hasta el 75%, siendo conservadores se estima reducir el tiempo actual de la operación en un 50%.

Para el caso de la máquina BF-1000S, esta no cuenta con el manómetro en la prensa platina, es por eso que esta operación tiene una mayor duración que en la máquina Bobst. Para realizar el registro que se plantea es necesario colocar un manómetro en la prensa platina de esta máquina. Se estima que el tiempo se reducirá en un 50% de la duración actual del proceso.

Finalmente, se analiza la última actividad en el proceso de cambio de trabajo, que es el registro de succión. Este registro se realiza en la unidad alimentadora, consiste en ajustar los reguladores de caudal de los aereadores y calibrar la succión de las ventosas que recogen el material y lo transportan a la mesa de marcado.

En la máquina Bobst se cuenta con aereadores posteriores y laterales, y sus respectivos reguladores de caudal así como reguladores de succión para las ventosas. En este caso la propuesta es la misma que para la operación anterior, en que se registre según el tipo de material, el nivel que se colocó en los 2 aereadores y en las 2 ventosas, de modo que el siguiente trabajo se comience la calibración por los niveles predefinidos.

En lo que respecta a la máquina BF-1000S, carece de aereadores laterales como se explicó en el capítulo 3 por tanto hace más difícil la calibración de la succión, es por eso que este proceso tiene mayor duración en esta máquina, además las perrillas no tienen marcas por tanto es incierto el nivel de caudal con que se realizan los diferentes trabajos, de modo que siempre se maneja por prueba y error.

En este caso se propone adaptar 2 aereadores laterales en la máquina tal como funcionan en la máquina Bobst, con su respectivo regulador de caudal y una bomba adicional.

Es necesario cambiar las perillas reguladoras de caudal por unas que estén debidamente marcadas, de esta manera será mas sencillo implementar el registro de caudales. Llevando este registro se estima alcanzar una reducción del 50% de la duración actual de la operación.

Con esta mejora propuesta el tiempo estándar del proceso de cambio de trabajo se reduce en un 63% y 62% para las máquinas Bobst y BF-1000S respectivamente dejando el tiempo estándar del proceso en 13.5 minutos para la máquina Bobst y 16,5 minutos para la máquina BF-1000S. El apéndice D muestra el diagrama de actividades conjuntas para el proceso de cambio de trabajo para las máquinas Bobst y BF-1000 y los procesos previos para los diversos escenarios. La tabla 27 muestra el resumen de los tiempos estándar para el proceso de cambio de cada máquina y los procesos previos al final.

TABLA 27
RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR TOTAL EN CAD A MÁQUINA
PARA EL PROCESO DE CAMBIO TRABAJO Y SUS PROCESOS
PREVIOS LUEGO DE LA TERCERA ETAPA DEL SISTEMA SMED.

RESUMEN		Bobst Nuevo		Bobst Rep. C/de		Bobst Rep. S/de		BF-1000S Nuev		BF-1000S Reper	
ACTIVIDAD	ID	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU	% OPER	% AYU
PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
INDIVIDUAL		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ESPERA		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tiempo Estandar		185.75 min		84.25 min		62.75 min		168.25 min		68 min	
PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO											
COMPARTIDA		30%	30%	30%	30%	30%	30%	24%	24%	24%	24%
INDIVIDUAL		60%	60%	60%	60%	60%	60%	76%	76%	76%	76%
ESPERA		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tiempo Estandar		13.5 min		13.5 min		13.5 min		16.5 min		16.5 min	
TOTAL											
OPERACIONES		INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC	INTERNO	EXTERNC
PORCENTAJE		7%	93%	14%	86%	18%	82%	9%	91%	20%	80%

Como se puede observar en la tabla 27 en todos los procesos se logro exteriorizar por lo menos el 80% del proceso, lo cual es bastante cercano a la teoría que plantea el sistema SMED. El proceso de cambio de trabajo sufrió algunos cambios y además surgió un nuevo proceso previo al cambio de trabajo, es necesario esquematizar estos cambios para plantear el nuevo proceso a ser utilizado.

4.5 Diseño del nuevo proceso de montaje.

El nuevo proceso de montaje será dividido en 2 partes el montaje externo e interno, en el primero se incluirán las actividades que se realizan mientras la máquina esta procesando el trabajo anterior y en el interno colocaremos las que se realizaran una vez que la máquina termine de procesar el trabajo anterior.

Como se definió en los literales anteriores la primera actividad que se debe realizar en el caso de los troqueles nuevos es la preparación del troquel, esto incluye colocar un acetato en la parte posterior del troquel y encauchar las cuchillas cortadoras, en el caso de la máquina Bobst, se realizará la preparación del registro descartador en la mesa de arreglo de descartando.

Se utilizará la mesa de arreglo de prensa platina la cual seguirá el proceso descrito en la figura 4.13, esto incluye el desmontaje y montaje del troquel, el arreglo de platina, el copiado contra troquel, el registro de la impresión tomando las medidas obtenidas para colocarlas en la máquina, el registro de corte realizando los calces respectivos en la copia contra troquel y aprobando el diseño de las cajas. Se espera a que la máquina termine de procesar el trabajo anterior para cambiar las ramas por las que fueron preparadas en la mesa de arreglo de prensa platina.

En el proceso interno se debe realizar los ajustes de entrada a prensa platina y de los alineadores de la recepción según el formato especificado en la orden de producción. Se debe ajustar las escuadras y los topes de la impresión según las medidas que se tomaron en la

mesa de arreglo de prensa platina, revisar el archivo de presiones y caudal de succión para el material que se vaya a procesar. Revisar el corte nuevamente y hacer los ajustes necesarios, que serán pocos, cargar la pila alimentadora y comenzar a procesar el nuevo trabajo.

El nuevo proceso experimenta una mejora de más del 80% con relación a su duración inicial, estas mejoras deberán ser valoradas y comparadas con los costos e inversión que genera el proyecto. La figura 4.14 muestra el diagrama de flujo para el nuevo proceso de cambio de trabajo en las troqueladoras planas.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS											
Maquina	Troqueladora Plana Bobst				Resumen						
Proceso	Cambio de trabajo				Actividad			Actual			
Fecha	Miercoles, 1 de Noviembre de 2006				Operación			43			
Analista	Jose Meza				Transporte						
Comentarios.					Demora						
					Inspección			3			
					Almacenaje						
					Tiempo						
Descripción de la Actividad					Símbolo					Observación	
encauchar las cuchillas cortadoras					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
requistro decartonador					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
colocar descartonador con las visagras					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
regitrar con el material					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Colocar pupos superiores					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Colocar pupos inferiores y registrar ambos pupos					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Montar rama superior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
desatornillar 6 tuercas 2 al inferior y 4 en cada costado					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Sacar troquel anterior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Colocar el troquel Nuevo					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
aiustar las 6 tuercas					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Colocar tiras en las cuchillas dobladoras					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
darle vuelta					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Ingresar la Rama Superior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Montar rama inferior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Limpiar la platina					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Ingresar la rama inferior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Asegurar las ramas y presionar el pedal hidraulico					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Juntar las ramas y liberar la presión					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Sacar la rama inferior y sacar la parte plastica de las matrices					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Colocar un papel del tamaño del formato y papel carbon					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Ingresar la rama inferior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Asegurar las ramas y presionar el pedal hidraulico					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Juntar las ramas y liberar la presión					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Sacar la rama inferior y quitar la copia al carbon					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Ingresar la rama inferior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Sacar la rama superior					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Colocar la copia al carbon regitrada con el troquel					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Cuadrar la impresión Horizontalmente moviendo la escuadra					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Cuadrar la impresión Verticalmente moviendo los topes					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Registrar Medidas Obtenidas					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Asegurar las ramas y presionar el pedal hidraulico					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Juntar las ramas y liberar la presión					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Chequear el corte y grafas					○	○	○	■	□	✓	Maquina Rodando
Si falta corte o grafas se procede a calzar la copia al carbon					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
aprobación de la caías					○	○	○	■	□	✓	Maquina Rodando
Quitar la rama superior y colocarla en la maquina					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Quitar la rama Inferior y colocarla en la maquina					●	○	□	□	□	✓	Maquina Rodando
Ajustar la entrada a prensa platina según formato					●	○	□	□	□	✓	Maquina Parada
Ajustar alineadores de la recepción según formato					●	○	□	□	□	✓	Maquina Parada
Ajustar escudras y topes según medidas obtenidas					●	○	□	□	□	✓	Maquina Parada
Colocar Presión necesaria, según Archivo					●	○	□	□	□	✓	Maquina Parada
Ajustar el caudal de aereadores y ventosas según Archivo					●	○	□	□	□	✓	Maquina Parada
Revisar Corte y Grafas de las Caias					○	○	○	■	□	✓	Maquina Parada
Cargar material y colocar en la alimentadora					●	○	□	□	□	✓	Maquina Parada
dar marcha a la maquina					●	○	□	□	□	✓	Maquina Parada

FIGURA 4.14 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL NUEVO PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO LUEGO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

4.6 Análisis Costo-Beneficio de la implementación.

Para que la propuesta de cambio en el proceso estudiado tenga validez es necesario realizar una evaluación financiera de la inversión necesaria para la implementación de los cambios propuestos en este capítulo.

El análisis costo-beneficio esta dividido en 3 partes, en la primera parte se detalla las inversiones que se realizarán, luego se detalla los costos que se generan con respecto al tiempo y finalmente se cuantifica el ahorro que se generar en los costos operativos, esto proyectado a 5 años, así se estima la rentabilidad del proyecto y se tomará la decisión de ejecutarlo o rectificar la evaluación.

Se empieza por señalar las mejoras que requieren de una inversión, la primera es el diseño y construcción de la mesa de arreglo de prensa platina, estas son una para cada máquina, la otra inversión son las instalaciones para la máquina BF-1000S estas son las reglas en las escuadras y alineadores, el manómetro en la prensa platina, los aereadores laterales y las perillas para ajuste de caudal y finalmente por tratarse de un cambio de proceso es necesario brindar una capacitación.

El diseño y construcción de la mesa de arreglo de prensa platina se cotizo en algunos lugares y se tomó el menor costo que fue de \$2.500 por cada mesa. Como se mencionó anteriormente la diferencia entre las mesas de cada máquina es únicamente las medidas para las ramas superior e inferior pues el sistema que utilizan es el mismo. Además para su uso se necesita una nueva rama contra troquel para la maquina Bobst que tiene un costo de \$15000

En el caso de las instalaciones para la máquina BF-1000S, todos se pueden realizar internamente, sin embargo hay que incurrir en el gasto de los artículos que se necesita instalar, para las reglas en las escuadras y en los alineadores se tiene un costo de \$25 cada una, se requiere de 4 reglas, una en la escuadra y 3 en los alineadores, llegando a un costo total de \$100. El manómetro de la prensa platina tiene un costo de \$30, este es un manómetro industrial marca FESTO con una capacidad de 150 toneladas.

La instalación de los arreadores requiere la confección de los aereadores, el regulador de caudal y una compresor adicional, los aereadores tienen un costo de \$126 incluyendo sus mangueras que se conectan a la bomba, los acoples y accesorios de salida de ventosas, el regulador de caudal marca FESTO se cotizó en \$100 y el compresor

que se necesitaba con 2 caballos de fuerza tiene un costo de \$400, las perillas reguladoras de caudal tienen un costo en total de \$30 y por capacitación se asignará un costo de \$200 para los 8 operadores. De esta manera la inversión inicial para el proyecto llega a \$20,986, la tabla 28 muestra el resumen de las inversiones requeridas en cada máquina para la aplicación del sistema SMED.

TABLA 28
RESUMEN DE INVERSIONES REQUERIDAS EN CADA MÁQUINA
PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

ITEMS	Bobst	BF-1000S
Mesa de Arreglo prensa platina		
Diseño	\$ 500.00	\$ 500.00
Construcción	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Reglas para escuadra y alineadores		
	-	\$ 100.00
Rama Contra troquel		
	\$ 15,000.00	-
Manometro Prensa Platina		
	-	\$ 30.00
Aereadores Laterales		
Juego de aereadores	-	\$ 126.00
Regulador de Caudal	-	\$ 100.00
Compresor	-	\$ 400.00
Perillas		
	-	\$ 30.00
Capacitación		
	\$ 100.00	\$ 100.00
TOTAL	\$ 17,600.00	\$ 3,386.00

La segunda parte del análisis constituye la determinación de los gastos mensuales que generan los cambios realizados en el proceso, en este proyecto son 2: el costo de mantenimiento de la mesa de arreglo de prensa platina y el sueldo de 2 ayudantes.

En el caso del costo de mantenimiento, este es detallado en el apéndice B. se incluyen los costos de las piezas que deben cambiarse cada cierto tiempo de acuerdo a su vida útil, y la lubricación que necesita mensualmente la mesa de arreglo de prensa platina, los bocines, las guías y el cilindro hidráulico.

El costo de mantenimiento de mensual de las 2 mesas de arreglo prensa platina se determina en \$1,867 mientras que el sueldo de los 4 ayudantes asciende a \$23,619 anuales. En total el costo Anual que genera el proyecto es \$25,486 para las 2 máquinas.

Se calcula el ahorro que genera el proyecto, partiendo del supuesto que las horas de cambio se convierten en horas tiro (producción), que son las horas en que la máquina esta rodando. Según la tabla 8 (capítulo 2) la máquina Bobst trabaja 500 horas/mes en promedio de las cuales el 22% representan horas cambio, es decir 110 horas cambio. Con la aplicación del sistema SMED se determinó una reducción del 80% del tiempo de cambio, por lo tanto se obtienen 88 horas productivas. Como cada hora máquina tiene un costo de \$60 para se obtiene un ahorro mensual de \$5280.

De igual manera, la máquina BF-1000S trabaja en promedio 450 horas/mes de las cuales el 20% son horas cambio, es decir 90 horas, con el SMED se logro exteriorizar el 80% es decir 72 horas a un costo de \$50 la hora máquina representan \$3600 mensuales. En total todo el proyecto genera un ahorro de \$ 90,011.

Una vez definidas todas las inversiones, costos y ahorros procederemos a aplicar método del VAN, Valor Actual Neto, TIR, tasa interna de retorno y Pau back Period. Con una tasa de corte del 20% anual. Reemplazamos los valores en tabla de Excel. La tabla 29 muestra el flujo de caja del proyecto.

TABLA 29
FLUJO DE CAJA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1.- Inversiones Iniciales						
Inversión Bobst SP 102E	17,600					
Inversión Lijime BF-1000S	3,386					
Total Inversion	(20,986)	-	-	-	-	-
2.- Flujo de Fondos Operativos durante el horizonte del proyecto						
Ingresos operativos	90,011	90,011	90,011	90,011	90,011	90,011
Egresos operativos	25,486	25,486	25,486	25,486	25,486	25,486
Utilidad antes de impuestos	64,526	64,526	64,526	64,526	64,526	64,526
Impuesto a la renta + participación trabajadores (36.25%)	23,391	23,391	23,391	23,391	23,391	23,391
Utilidad operativa después de impuesto a la renta	41,135	41,135	41,135	41,135	41,135	41,135
Total Flujo de fondos operativo	41,135	41,135	41,135	41,135	41,135	41,135
3.- Flujos de fondos de valores residuales						
Retorno del capital de trabajo neto						
Perpetuidad						205,676
Total Flujo de fondos de valores residuales		-	-	-	-	205,676
4.- Flujo Neto de Fondos	(20,986)	41,135	41,135	41,135	41,135	246,811
Flujo acumulado	(20,986)	20,149	61,284	102,419	143,554	390,365
Flujo Neto Descontado	(20,986)	34,279	28,566	23,805	19,838	99,188
VAN	\$ 184,690					
TIR	203.0%					
PAY-BACK EN AÑOS	0.5					
TASA DE CORTE	20%					

De esta manera el valor actual neto es de **\$184.690,00.** la tasa interna de retorno es de **203%** y el Pay Back Period es de **0.5 Años.**

4.7 Conclusiones.

En este capítulo se desarrolló la aplicación del sistema SMED. En la primera etapa se separa del proceso las actividades externas del cambio de trabajo, eran solo 2 actividades, preparación de troquel y el registro descartonador. Estos cambios se vieron reflejados en 3 de los 5 escenarios planteados en el apéndice A, los procesos de troqueles de repetición se mantenían intactos.

En la segunda etapa se analizó las actividades internas y se planteo exteriorizar 4 de estas operaciones: desmontaje de troquel, montaje de troquel, arreglo de platina y copiado de contra troquel. Todas a través del diseño de una mesa que sirva como soporte a la prensa platina, los detalles de diseño y construcción de esta mesa se incluyeron en el apéndice B. Con esto se logro exteriorizar mas del 50% del proceso de cambio actual, y el resultado final de esta etapa se aprecia en el apéndice C.

En la tercera etapa del proyecto se estudio en detalle las actividades restantes para minimizar su duración. Con este propósito se plantearon cambios en la metodología de trabajo en el caso de los registros de entrada y salida, eliminando la prueba error que resultó común entre todas las actividades restantes, en estas actividades se consiguió una reducción del 50% de su duración.

Posteriormente se analizó el registro de impresión y corte, para estas actividades se uso como soporte la mesa de arreglo de prensa platina, añadiendo accesorios como reglas para adelantar la operación de registro de impresión. Con la presión de 10 toneladas que tiene la mesa de arreglo de prensa platina es suficiente para aprobar los diseños de las cajas, dejando para el proceso de cambio de trabajo una sencilla revisión del corte de máquina, de esta manera se consiguió una reducción del 80% en la duración de estas actividades.

Finalmente se estudio las operaciones de registro de presión y succión, ambas operaciones dependen del tipo de material que se procesa, por lo que se planteo la creación de un registro de presiones y caudales para cada tipo de material, para que en los trabajo de

repetición del material se revise el archivo y se facilite la calibración de ambos registros.

Adicionalmente en esta etapa se plantearon algunas rectificaciones para la máquina BF-1000S que permitirán mejorar los procesos, de esta manera se había exteriorizado más del 80% del proceso de cambio de trabajo, todos estos cambios dieron origen al nuevo diseño del proceso estudiado, se planteó y explicó los detalles del nuevo proceso y los resultados se aprecian en el apéndice D.

Después de la aplicación del sistema SMED es necesario validar financieramente el proyecto, para lo cual se utilizó las herramientas del VAN, Valor Actual Neto, TIR, Tasa interna de retorno y Paya Back Period. Con una tasa de corte del 20%. Se obtuvo un VAN de **\$184.690,00**, un TIR de **203%** y un Pay-Back Period de **0.5 Años**. Lo cual demuestra la viabilidad financiera del proyecto, todo esto proyectado a 5 años.

CAPÍTULO 5

5. RESULTADOS ESPERADOS CON EL SISTEMA SMED.

5.1 Introducción.

Luego de plantear los cambios en el proceso estudiado se debe estimar los efectos en la línea de producción que se escogió para el estudio, y así verificar la validez operativa del sistema SMED.

5.2 Análisis de Improductividad del cuello de botella.

En el capítulo 2 se determinó como cuello de botella al proceso de troquelado en la línea de producción de cajas industriales. Al analizar su productividad se decide mejorar el tiempo productivo de la misma y escoger al sistema SMED como herramienta principal debido a que el tiempo improductivo es causado principalmente por las horas cambio.

Se calculó el tiempo productivo para cada máquina, para la máquina Bobst la eficiencia de tiempo disponible llegaba a un 60%, mientras que para la máquina BF-1000S el porcentaje de tiempo productivo era del 62%, el objetivo que se planteó al inicio fue de aumentar este valor al 75%.

Una vez desarrollado el análisis del sistema SMED se redujo las horas cambio al 20% de su valor inicial, el resto del tiempo pasó a ser tiempo productivo y el porcentaje total de tiempo productivo subió al 83% y 80% en las máquinas Bobst y BF-1000S respectivamente, superando así el objetivo planteado a inicios del proyecto, las tablas 29 y 30 muestran el análisis de tiempo productivo de las máquinas Bobst y BF-1000S respectivamente luego de la aplicación del sistema SMED en su proceso de cambio de trabajo.

TABLA 30
ANÁLISIS DE TIEMPO PRODUCTIVO DE LA MÁQUINA BOBST
SP102E LUEGO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

BOBST MODELO SP 102	Total	Estimado
TIROS (Pliegos)	17,015,545	23,748,429

HORAS PRODUCTIVAS	Total	Estimado
HORAS TIROS	3,609.87	5,038.26

HORAS IMPRODUCTIVAS	Total	%	Estimado	%
HORAS CAMBIO	1,564.45	66%	312.89	28%
ALMUERZO	225.19	10%	225.19	20%
LIMPIEZA Y LUBRICACION MAQUINA	94.55	4%	83.50	8%
TROQUEL DEFECTUOSO	92.94	4%	77.60	7%
ESPERA, MATERIAL EN PROCESO	83.50	4%	92.94	8%
REGISTRO DESCARTONADOR	77.60	3%	94.55	9%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	60.83	3%	60.83	5%
REPARACION	59.00	2%	39.00	4%
CALIBRANDO MAQUINA	39.00	2%	59.00	5%
Sin O/P	27.50	1%	27.50	2%
SIN ENERGIA	11.50	0%	11.50	1%
ARREGLO EN MACREN	10.50	0%	10.50	1%
SIN TROQUEL	9.50	0%	9.50	1%
CAPACITACION	3.50	0%	3.00	0%
FALTA DE SUPERVISION	3.00	0%	3.50	0%
Total Horas Improductivas	2,362.56		1,111.00	
Total Horas	5,972.43		6,059.26	

ANALISIS	Total	Estimado
3. VELOCIDAD PROMEDIO (Pliegos/hora)	4,699.99	4,713.62
2. PRODUCTIVIDAD %	60%	83%
1. IMPRODUCTIVIDAD %	40%	18%

TABLA 31
ANÁLISIS DE TIEMPO PRODUCTIVO DE LA MÁQUINA BF-1000S
LUEGO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

B.F.1000	Actual	Estimado
TIROS (Pliegos)	7,839,698	10,106,377

HORAS PRODUCTIVAS	Actual	Estimado
HORAS TIROS	3,310.73	4,267.96

HORAS IMPRODUCTIVAS	Actual	%	Estimado	%
HORAS CAMBIO	1,196.53	59%	239.31	23%
ALMUERZO	254.50	13%	254.50	24%
ESPERA, MATERIAL EN PROCESO	170.50	8%	170.50	16%
TROQUEL DEFECTUOSO	133.50	7%	133.50	13%
REPARACION	94.00	5%	94.00	9%
LIMPIEZA Y LUBRICACION MAQUINA	55.20	3%	55.20	5%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	33.50	2%	33.50	3%
CALIBRANDO MAQUINA	21.25	1%	21.25	2%
OPERABILIDAD POR OPERADOR	19.00	1%	19.00	2%
SIN TROQUEL	17.50	1%	17.50	2%
ARREGLO EN MACREN	10.00	0%	10.00	1%
Sin O/P	9.00	0%	9.00	1%
Total Horas Improductivas	2,014.48		1,057.26	
Total Horas	5,325.21		5,325.21	

ANALISIS	Actual	Estimado
3. VELOCIDAD PROMEDIO (Pliegos/hora)	2,190.28	2,367.97
2. PRODUCTIVIDAD %	62%	80%
1. IMPRODUCTIVIDAD %	38%	20%

El aumento en el tiempo productivo de ambas máquinas influye directamente en la productividad del proceso de troquelado, en el caso de la máquina Bobst su productividad diaria aumentó a 93.226 pliegos por día lo que representa un aumento del 45% en su productividad, y para la máquina BF-1000S aumentó la productividad a 42.086 pliegos por día lo cual nos representa un aumento en la productividad del 36%.

De este modo, la productividad del proceso de troquelado subió a 135.312 pliegos diarios, esto quiere decir un 42% más de lo que inicialmente se producía, la tabla 31 muestra la productividad del proceso de troquelado luego de la aplicación del sistema SMED.

TABLA 32
PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE TROQUELADO LUEGO DE
LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

Actual							
Proceso	Maquina	Capacidad	% Rend.	% T. Produc.	Hrs/dia	Prod. Diaria	Prod. Diaria
Troquelado	Bobst SP 102	6000 Pl/Hr	78%	60%	24	64.471 Pl/día	95.405 Pl/día
	BF-1000S	4000 Pl/Hr	55%	62%	24	30.933 Pl/día	
Estimado							
Proceso	Maquina	Capacidad	% Rend.	% T. Produc.	Hrs/dia	Prod. Diaria	Prod. Diaria
Troquelado	Bobst SP 102	6000 Pl/Hr	78%	83%	24	93.226 Pl/día	135.312 Pl/día
	BF-1000S	4000 Pl/Hr	55%	80%	24	42.086 Pl/día	

5.3 Análisis del proceso de la línea de cajas industriales.

Los resultados del sistema SMED son extrapolados a la línea de producción de cajas industriales, esto permite observar el mejoramiento de la línea y el balance entre los procesos luego de la aplicación del sistema SMED. La tabla 32 muestra la productividad de los procesos de la línea de cajas industriales, la nueva productividad del proceso de troquelado mejora en 42% la productividad de la línea debido a que es el proceso con menor capacidad.

TABLA 33
PRODUCTIVIDAD POR MÁQUINA Y POR PROCESOS DE LA
LÍNEA DE CAJAS INDUSTRIALES, LUEGO DE LA APLICACIÓN
DEL SISTEMA SMED.

Proceso	Maquina	Capacidad	% Rend.	% T. Produc.	Hrs/día	Prod. Diaria	Prod. Diaria
Conversion	Convo 14	8000 Pl/Hr	90%	78%	24	135.475 Pl/día	135.475 Pl/día
Impresión	Man Roland 700	12000 Pl/Hr	72%	53%	12	54.857 Pl/día	178.183 Pl/día
	Heidelberg 2C	8000 Pl/Hr	76%	51%	24	74.027 Pl/día	
	Roland 4C	5000 Pl/Hr	78%	53%	24	49.297 Pl/día	
Troquelado	Bobst SP 102	6000 Pl/Hr	78%	83%	24	93.226 Pl/día	135.312 Pl/día
	BF-1000S	4000 Pl/Hr	55%	80%	24	42.086 Pl/día	
Descartonado	Manual	7000 Pl/Hr	100%	96%	24	161.280 Pl/día	161.280 Pl/día
Plegado	Diana	20000 Cj/Hr	81%	55%	24	213.588 Pl/día	387.373 Pl/día
	Amazon	20000 Cj/Hr	68%	53%	24	173.784 Pl/día	

La línea de producción de cajas industriales aumento su productividad en igual proporción a la que hizo su cuello de botella esto es parte de la teoría de las restricciones, gráficamente se observa en la figura 5.1 la capacidad de todos los procesos de la línea y las diferencias entre estos.

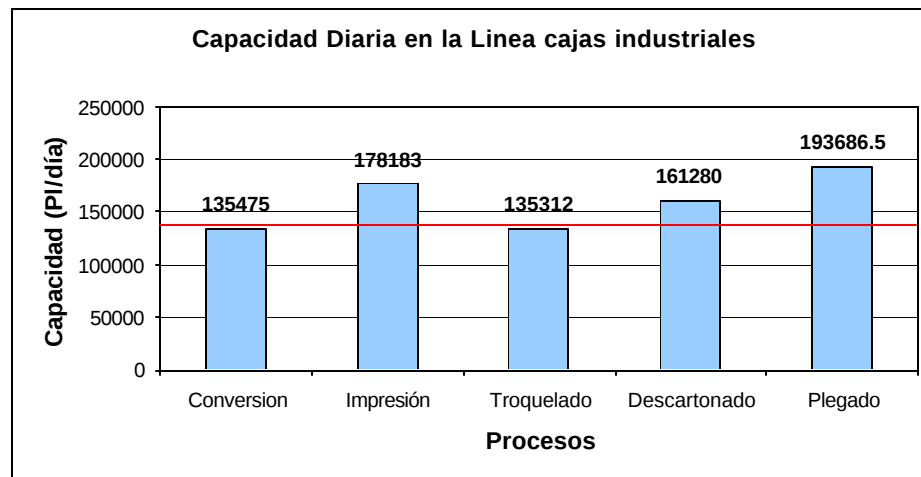


FIGURA 5.1 CAPACIDAD DIARIA EN LA LINEA DE CAJAS INDUSTRIALES LUEGO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA SMED.

La línea roja representa la capacidad de la línea de cajas industriales, una vez mas coincide con el proceso de troquelado, si se vuelve a realizar el análisis de productividad nos daremos cuenta que se debe trabajar en el rendimiento de las máquinas lo cual es un proyecto mas técnico con relación a su funcionamiento.

5.4 Determinación de indicadores de Gestión.

Luego de aplicar el sistema es necesario monitorear de manera constante el desenvolvimiento tanto de operadores como de las máquinas con el nuevo proceso de cambio de trabajo que se propuso, si bien es cierto el indicador de eficiencia de tiempo disponible responde al objetivo principal del proyecto que es el aumento de la productividad, siempre es necesario contar con indicadores auxiliares que permitan dar respuestas en caso de tener malos resultados del indicador principal.

Se propone la creación de 2 indicadores adicionales, el número de cambios realizados en un mes y el tiempo promedio de cada cambio, ambos indicadores se pueden generar a través del sistema, el primer indicador que es el número de cambios consiste simplemente en un contador que aumenta cada vez que el operador ingresa una hora cambio en el sistema, este reporte se puede generar diario, semanal o mensual. Por medio de una tabla dinámica de Excel se puede conocer el número de cambios de trabajo que se hicieron en una fecha determinada.

El segundo indicador planteado se puede calcular de 2 maneras, tomando el total de horas cambio ingresadas y dividirlo para el número de cambios realizados en el mismo periodo de tiempo, sin embargo cuando se quiera identificar alguna demora en el cambio de algún producto específico no se podría obtener esta información, por lo tanto, se propone crear un registro en el sistema que almacene la ordenes de producción ingresadas con su respectivo tiempo de cambio ingresado por el operador, luego se puede generar el indicador en una tabla dinámica que muestre este registro y promedie el tiempo de duración de cambio de las ordenes de producción en un período determinado.

Estos indicadores permitirán el control de la reducción de tiempos esperada con el sistema SMED y verificar las estimaciones realizadas con respecto a esto.

5.5 Resultados Finales.

Finalmente se recogen los resultados obtenidos con la aplicación del sistema SMED. Los principales son: la reducción de tiempo en el proceso de cambio de trabajo, el aumento de la productividad en la estación de trabajo analizada, las referencias para programar los diferentes tipos de troqueles, mejor balance y mayor productividad de la línea de producción de cajas industriales y el aumento de la facturación en las 2 líneas escogidas para el proyecto.

El proceso de cambio de trabajo en las máquinas troqueladoras planas, fue estudiado y se desarrollaron las 3 etapas del sistema SMED, generando reducciones en cada etapa, estas reducciones se muestran en los apéndices C y D. En el escenario principal, de los trabajos de repetición se espera una reducción de más del 80%.

Estos cambios permitirán aumentar el tiempo disponible, luego de la aplicación de las mejoras se estimó un aumento del 18% en el tiempo disponible, lo cual supera el objetivo planteado a inicios del proyecto que fue de un 15%, esto generará un aumento en la capacidad de las

máquinas y se espera aumentar en un 35% la productividad del proceso de troquelado.

La exteriorización de las actividades en un 80% genera un proceso previo al cambio de trabajo en las máquinas troqueladoras planas, este proceso se describe de manera detallada en el numeral 4.5, así mismo se diseñó una tabla de tirajes previos mínimos (tabla 26), que facilitará la programación de la producción de los diferentes tipos de troqueles con los que se trabaja.

En el capítulo 2 se determinó como cuello de botella de la línea de cajas industriales al proceso de troquelado, luego de la aplicación del sistema SMED la productividad del cuello de botella aumentó, sin embargo esta es inferior a la capacidad del proceso de conversión, por lo tanto, continúa siendo el cuello de botella.

Finalmente, estos cambios y efectos esperados por la aplicación del sistema SMED se verán reflejados en la facturación. La línea de cajas de camarón, cajas industriales y cajas laminados, tendrán un aumento

en su facturación del 35%, estas líneas representan el 70% de la facturación de la empresa, por lo tanto, el cálculo refleja un aumento del 33% en la facturación total de la división de Litografía Industrial y Publicitaria.

5.6 Conclusiones.

En este capítulo se analizó la nueva capacidad del cuello de botella, el proceso de troquelado, se lo realizó por máquina y para toda la estación de trabajo, registrándose un aumento del tiempo disponible del 61% al 81%, lo que generará un aumento de productividad del 42%

Analizando la línea de cajas industriales, esta generará un aumento del 42% al igual que su cuello de botella, puesto que a pesar de las mejoras propuestas el proceso de troquelado se mantuvo como cuello de botella. Estas líneas al representar el 70% de la facturación, se espera tener un aumento total del 33%.

Se plantearon 2 indicadores que ayudarían a la gestión del sistema SMED, estos indicadores son, el número de cambios realizados en un

período de tiempo, y la duración promedio de los mismos, enfatizando la manera en que estos indicadores deberían ser calculados, particularmente el caso del segundo indicador, se recomendó su cálculo a partir de asignaciones en el sistema informático a la orden de producción, Con el fin de identificar si algún producto requiere de una preparación extensa.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

Se analizó la cartera de productos de la empresa y mediante un análisis de Pareto de un total de 20 líneas de productos se seleccionaron las 2 principales. Estas líneas tenían el mismo proceso productivo de manera que fue considerado como uno solo.

Se identificó como cuello de botella el proceso de troquelado, se procedió a realizar un análisis de productividad donde se escogió el tiempo disponible como el mas critico.

Dentro del análisis del tiempo productivo e improductivo se identificó a las horas cambio como el principal motivo de improductividad, por esta razón se selecciona al sistema SMED como la herramienta de mejora

a ser utilizada, cuyos principales beneficios son el aumento de la productividad, la reducción de costos en las órdenes de producción y el aumento de la flexibilidad de la línea de producción.

Se describió el proceso de cambio de trabajo para las máquinas troqueladoras planas, en esta descripción se puntualizaron las diferencias entre las máquinas Bobst y BF-1000 en un diagrama de flujo de proceso.

Se realizó un estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de las diferentes actividades que forman parte del proceso, luego se calculó el tiempo estándar para cada actividad, fue necesario realizar un diagrama de actividades conjuntas, se puntualizaron los 5 escenarios que podrían presentarse en el proceso, al final se determinó el tiempo estándar de los diferentes escenarios.

Se realizó la clasificación de las operaciones en actividades internas y externas, basada en la naturaleza de las operaciones, al final del análisis identificamos 2 operaciones externas dentro del proceso que eran la preparación del troquel y el registro descartador.

Se desarrolló la aplicación del sistema SMED, en la primera etapa se separó del proceso las actividades externas. Estos cambios se vieron reflejados en 3 de los 5 escenarios.

En la segunda etapa de sistema SMED se planteó exteriorizar 4 de operaciones internas: desmontaje de troquel, montaje de troquel, arreglo de platina y copiado de contra troquel. Todas a través del diseño de una mesa que sirva como soporte a la prensa platina, con esto se logro exteriorizar más del 50% del proceso de cambio actual.

En la tercera etapa del proyecto se estudio en detalle las actividades restantes para minimizar su duración, se plantearon cambios en la metodología de trabajo, en el caso de los registros de entrada y salida, se espera una reducción del 50% de su duración.

Se analizó el registro de impresión y corte, para estas actividades se uso como soporte la mesa de arreglo de prensa platina, se espera una reducción del 80% en la duración de estas actividades.

Se estudió las operaciones de registro de presión y succión, se planteó la creación de un registro de presiones y caudales para cada

tipo de material, para que en los trabajo de repetición del material se revise el archivo y se facilite la calibración de ambos registros.

Adicionalmente en esta etapa se plantearon algunas rectificaciones para la máquina BF-1000S que permitirían mejorar los procesos, de esta manera se había exteriorizado más del 80% del proceso de cambio de trabajo.

Se validó financieramente el proyecto, utilizando el VAN, Valor Actual Neto, con una tasa de corte del 20%. Se obtuvo un VAN de \$184.690,00, un TIR de 203% y un Pay-Back Period de 0.5 Años. Lo cual demuestra la viabilidad financiera del proyecto, todo esto proyectado a 5 años.

Se analizó la nueva capacidad del proceso de troquelado, registrándose un aumento del tiempo disponible del 61% al 81%, se estima un aumento de productividad del 42%

Analizando toda la línea de cajas industriales, esta generó un aumento del 42% al igual que su cuello de botella, y al representar estas líneas el 70% de la facturación, esta tuvo un aumento total del 33%.

Se plantearon 2 indicadores que ayudan a la gestión del sistema SMED, el numero de cambios realizados en un periodo de tiempo y la duración promedio de los mismos.

6.2 Recomendaciones.

Para un mejor entendimiento del proceso productivo que se desee estudiar es necesario consultar 3 fuentes, operadores del proceso, técnicos especializados y los procesos anteriores y posteriores. Esto permitirá contar con una información completa que facilitará la búsqueda de alternativas para mejorar el proceso.

Los estudios de tiempos y movimientos se pueden optimizar enfocando el muestreo de una manera general, y solo estudiar en detalle las operaciones que se consideren internas al llegar a la tercera etapa del proceso.

Es muy útil realizar los gráficos de actividades conjuntas conforme se van desarrollando las diferentes etapas del sistema SMED, esto motiva la búsqueda de nuevos procesos alternativos que permitan exteriorizar la mayor cantidad de operaciones que sean posibles.

Para una mejor calificación de los operadores en el estudio de tiempos, se recomienda utilizar el método de westinghouse ya que este cuenta con varios parámetros que permiten obtener una mayor objetividad en la calificación.

Se debe realizar un análisis al diseño mecánico de ciertas partes de las troqueladoras planas, como son las ramas contra troquel y porta troquel para mejorar el diseño de los ajustes de esta y que se puedan reducir los tiempos de los mismos.

Con el objeto de aumentar la flexibilidad del cambio de trabajo se debe realizar el estudio de los procesos previos definidos, para reducir la duración de los mismos y a la vez se reducirán los tirajes mínimos.

APÉNDICES

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES						
PROCESO		RECURSOS				
TROQUEL	CUANTOS DE TROQUEL	ACTIVIDAD	EN	OPERADOR	A AYUDANTE	
FECHA	NÚMERO DE HOJA	DESCRIPCION		HRS.	MIN.	
IDENTIFICACION	NÚMERO DE IDENTIFICACION	FECHA				
				90%	10%	
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		TIEMPO EN MINUTOS	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE			
Desmontar troquel				Desmontar troquel		
Preparacion del troquel				Preparacion del troquel		
Montaje de Troquel				Montaje de Troquel		
Arreglo de Platina				Arreglo de Platina		
Copiado Contra Troquel				Copiado Contra Troquel		
Registro Entrada				Registro Descartado		
Registro Succion				Registro Imprimion		
Registro Corre				Registro Salida		
				Registro Presion		

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICIÓN CON DESCARTONADOR EN LA MAQUINA BOBST.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES					
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN		
TROQUEL	REPETICIÓN C/ DESCARTONADO	ACTIVIDAD	D	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E	COMPARTIDA		42%	42%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE	INDIVIDUAL		58%	57%
ANALISTA	JOSE MEZA C	ESPERA		0%	1%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Desmontar troquel			1	Desmontar troquel	
			2		
			3		
			4		
			5		
Montaje de Troquel			6	Montaje de Troquel	
			7		
			8		
			9		
			10		
Arreglo de Platina			11	Arreglo de Platina	
			12		
			13		
			14		
			15		
			16		
			17		
			18		
			19		
			20		
			21		
			22		
			23		
			24		
			25		
			26		
			27		
			28		
			29		
			30		
Registro Entrada			31	Registro Descartonado	
			32		
			33		
			34		
			35		
			36		
Registro Succión			37		
			38		
			39		
			40		
			41		
			42		
Registro Corte			43		
			44		
			45		
			46		
			47		
			48		
			49		
			50		
			51		
			52		
			53		
			54		
			55		
			56		
			57		
			58		
			59		
			60		
			61		
			62		
			63		
			64		
			65		
			66		
			67		
			68		
			69		
			70		
			71		
			72		
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82	Registro Impresión				
83					
84					
85	Registro Salida				
86					
87					
88					
89					
90	Registro Presión				
91					
92					
93	Espera				

APÉNDICE A **DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICIÓN SIN DESCARTONADOR EN LA MAQUINA BOBST.**

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO			RESUMEN		
TROQUEL	REPETICIÓN S/ DESCARTONADA	ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE	
MAQUINA	BOBST SP 102E	COMPARTIDA		47%	47%	
FECHA	15 DE NOVIEMBRE	INDIVIDUAL		53%	25%	
ANALISTA	JOSE MEZA C	ESPERA		0%	28%	
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Desmontar troquel			1		Desmontar troquel	
			2			
			3			
			4			
			5			
Montaje de Troquel			6		Montaje de Troquel	
			7			
			8			
			9			
			10			
Arreglo de Platina			11		Arreglo de Platina	
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
			22			
			23			
			24			
			25			
			26			
			27			
			28			
			29			
	Registro Corte			30		
			31			
			32			
			33			
			34			
			35			
			36			
			37			
			38			
			39			
			40			
			41			
			42			
			43			
			44			
			45			
			46			
			47			
			48			
			49			
			50			
			51			
			52			
			53			
			54			
			55			
			56			
			57			
			58			
			59			
			60			
			61			
			62			
			63			
			64			
			65			
			66			
			67			
			68			
			69			
			70			
			71			
			72			
			73			
			74			
			75			
			76			
			77			
			78			
			79			
			80			
			81			
			82			
		83				

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE NUEVO EN LA MAQUINA BF-1000S.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES					
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO		RECURSOS		
PROYECTO	Labor		Actividad	OP	Asistente
MAQUINA	BF-1000		Asistente	75%	75%
FECHA	11 de noviembre		Revisión	15%	15%
NUMERO	2018-001		Espera	10%	10%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		Trabajo (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Desmontar troquel		1	Desmontar troquel		
Preparación del troquel		2	Preparación del troquel		
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
Montaje de Troquel		13	Montaje de Troquel		
Alineo de Placa		14	Alineo de Placa		
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
		21			
		22			
		23			
		24			
Copiado Contra Troquel		25	Copiado Contra Troquel		
Registro Corte		26	Registro Entrada		
		27	Registro Succion		
		28	Registro Impresion		
		29	Registro Salida		
		30	Registro Prension		
		31	Espera		

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICIÓN EN LA MAQUINA BF-1000S.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES								
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN					
TROQUEL	REPETICIÓN		ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE		
MAQUINA	BF-1000		COMPARTIDA		48%	48%		
FECHA	15 DE NOVIEMBRE		INDIVIDUAL		52%	35%		
ANALISTA	JOSE MEZA C		ESPERA		0%	16%		
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE				
Desmontar troquel			1		Desmontar troquel			
			2					
			3					
			4					
			5					
			6					
			7					
Montaje de Troquel			8		Montaje de Troquel			
			9					
			10					
			11					
			12					
Arreglo de Platina			13		Arreglo de Platina			
			14					
			15					
			16					
			17					
			18					
			19					
			20					
			21					
			22					
			23					
			24					
			25					
			26					
			27					
			28					
			29					
			30					
			31					
			32					
			33					
			34					
			35					
			36					
			37					
			38					
			39					
			40					
			41					
			42					
			43					
			44					
Registro Corte			45		Registro Entrada			
			46					
			47					
			48		Registro Succión			
			49					
			50					
			51					
			52					
			53					
			54					
			55		Registro Impresión			
			56					
			57					
			58		Registro Salida			
			59					
			60					
			61					
			62		Registro Presión			
			63					
			64					
			65		Espera			
			66					
			67					
			68					
			69					
			70					
			71					
			72					
			73					
			74					
			75					
			76					
			77					
			78					
			79					
			80					
			81					
			82					
			83					
			84					
			85					
			86					
			87					
			88					
			89					
			90					
			91					

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICIÓN SIN DESCARTONADOR EN LA MAQUINA BOBST DESPUES DEL BALANCE DE ACTIVIDADES.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES (PROPUESTO)						
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN			
TROQUEL	REPETICIÓN S/ DESCARTONAD	ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE	
MAQUINA	BOBST SP 102E	COMPARTIDA		55%	55%	
FECHA	15 DE NOVIEMBRE	INDIVIDUAL		45%	45%	
ANALISTA	JOSE MEZA C	ESPERA		0%	0%	
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Desmontar troquel			1		Desmontar troquel	
			2			
			3			
			4			
			5			
Montaje de Troquel			6		Montaje de Troquel	
			7			
			8			
			9			
			10			
Arreglo de Platina			11		Arreglo de Platina	
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
			22			
			23			
			24			
			25			
			26			
			27			
			28			
			29			
			30			
31		Registro Impresión				
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO DE REPETICIÓN EN LA MAQUINA BF-1000S DESPUES DEL BALANCE DE ACTIVIDADES.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES (PROPUESTO)							
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN				
TROQUEL	REPETICIÓN		ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE	
MAQUINA	BF-1000		COMPARTIDA		53%	53%	
FECHA	15 DE NOVIEMBRE		INDIVIDUAL		47%	47%	
ANALISTA	JOSE MEZA C		ESPERA		0%	0%	
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE			
Desmontar troquel			1		Desmontar troquel		
			2				
			3				
			4				
			5				
			6				
			7				
Montaje de Troquel			8		Montaje de Troquel		
			9				
			10				
			11				
			12				
Arreglo de Platina			13		Arreglo de Platina		
			14				
			15				
			16				
			17				
			18				
			19				
			20				
			21				
			22				
			23				
			24				
			25				
			26				
			27				
			28				
			29				
			30				
			31				
			32				
			33				
			34				
			35				
			36				
			37				
			38				
			39				
			40				
			41				
			42				
			43				
			44				
45							
Registro Corte			46		Registro Entrada		
			47				
			48				
			49				
			50				
			51				
			52		Registro Succión		
			53				
			54				
			55				
			56				
			57				
			58		Registro Impresión		
			59				
			60				
			61				
			62				
			63				
			64		Registro Salida		
			65				
66							
67							
68							
69							
70	Registro Presión						
71							
72							
73							
74							
75							
76	Registro Corte (Revisión)						
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							

APÉNDICE B

DISEÑO DE LA MESA DE ARREGLO DE PRENSA PLATINA

DIMENSIONES

Las dimensiones de la mesa de arreglo de prensa platina se muestran en el plano 1.

ESQUEMA CINEMATICO

El plano 2 muestra el esquema cinemático de la mesa de arreglo de prensa platina.

MATERIALES

Acero SAE 36

Ideal para perfiles, placas y barras de acero al carbón.

Propiedades:

Resistencia Ultima, S_u

58 Ksi, 400 MPa.

Resistencia a la cedencia, S_y

36 Ksi, 248 MPa.

Porcentaje de alargamiento en 2 plg.

21%

COSTOS DE FABRICACIÓN

La tabla 33 Muestra el desglose de los costos de fabricación de mesa de arreglo de prensa platina.

Tabla 34

Costos de fabricación mesa de arreglo Prensa Platina.

Costos de fabricación	Cantidad	Precio Unit.	Total
Diseño	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Cilindro Hidraulico	1	\$ 350.00	\$ 350.00
Cubierta Superior	1	\$ 300.00	\$ 300.00
Mesa	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Porta Platina	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Porta Rama	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Brazo de Porta Rama	1	\$ 150.00	\$ 150.00
Brazo se la Platina	1	\$ 150.00	\$ 150.00
Rudeas Porta Rama	12	\$ 7.20	\$ 86.40
Guías	4	\$ 15.00	\$ 60.00
Rueda para Giro	2	\$ 25.00	\$ 50.00
Bocines	4	\$ 8.80	\$ 35.20
Cojinetes	4	\$ 5.00	\$ 20.00
Resortes	4	\$ 4.50	\$ 18.00
Placa	2	\$ 3.50	\$ 7.00
Ruedas Porta Platina	4	\$ 1.20	\$ 4.80
Pasadores	4	\$ 0.50	\$ 2.00
Tuercas	4	\$ 0.50	\$ 2.00
TOTAL			\$ 2,485.40

Los Planos 3, 4 y 5 muestran los componentes del diseño de la mesa prensa platina.

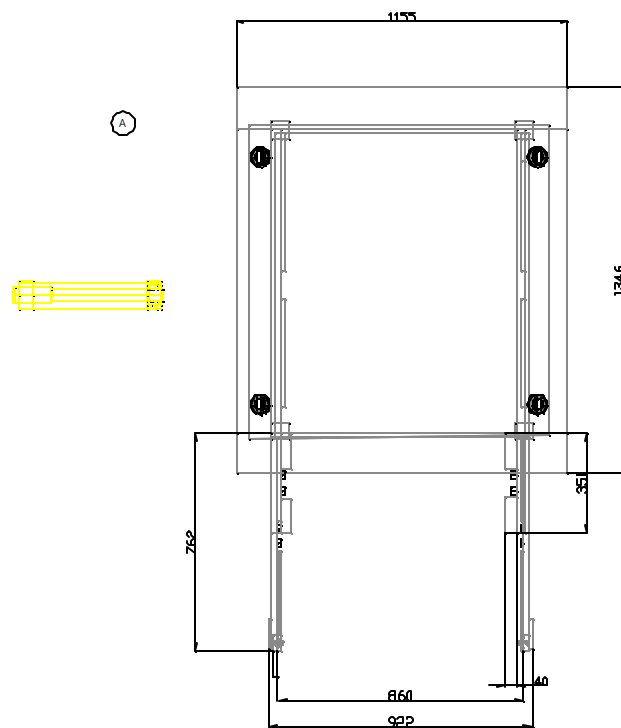
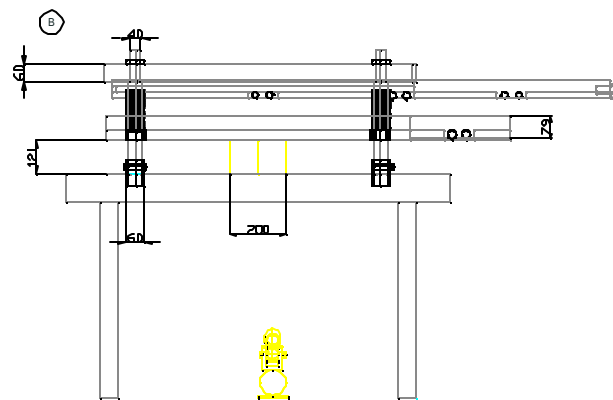
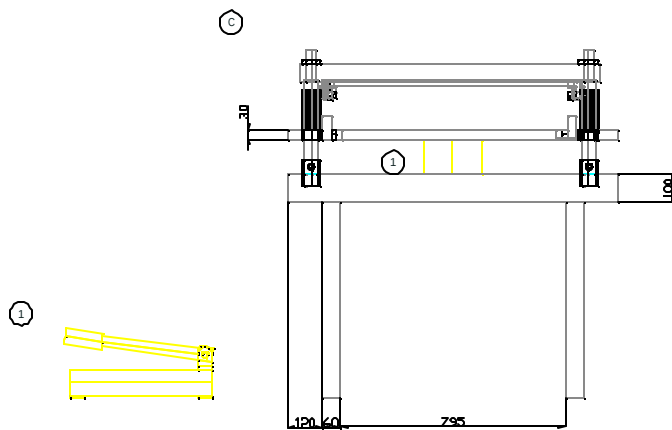
COSTOS DE MANTENIMIENTO

La tabla 34 muestra los costos de mantenimiento preventivo de la mesa de arreglo de prensa platina.

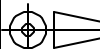
Tabla 35

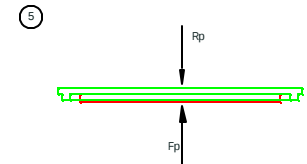
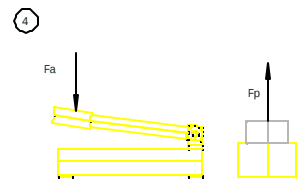
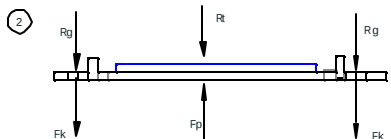
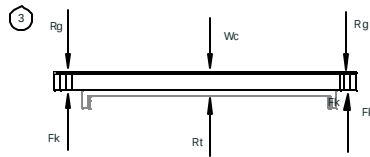
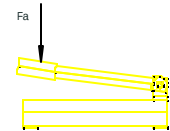
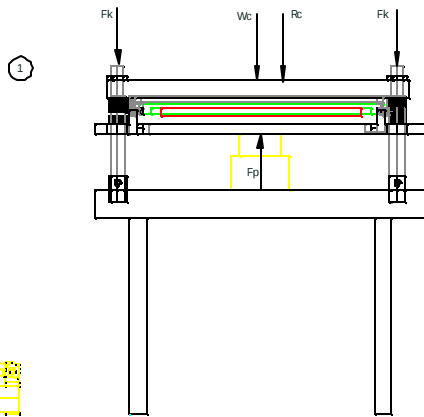
Costos de mantenimiento mesa de arreglo Prensa Platina.

Costos de Mantenimiento	Frecuencia	Costo	Mensual
Lubricación	Mensual	\$ 30.00	\$ 30.00
Cilindro Hidraulico			
Aceite Enerpac	6 meses	\$ 73.00	\$ 12.17
Sellos	Anual	\$ 25.00	\$ 2.08
Partes			
Cojinetes	2 años	\$ 30.00	\$ 1.25
Resortes	6 meses	\$ 10.00	\$ 1.67
Rodamientos	2 años	\$ 60.00	\$ 2.50
Tuercas	2 años	\$ 10.00	\$ 0.42
Plancha Contra Presión	2 años	\$ 500.00	\$ 20.83
TOTAL			\$ 70.92
	Costo Anual Unitario		\$ (933.5)
	Costo Anual Total		\$ (1,867.02)



A	Vista superior
B	Vista lateral izquierda
C	Vista frontal
1	Accionador de cilindro hidráulico

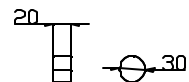
FIMCP - ESPOL		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujó:	09-02-2005 Jose Meza
PROYECTO: Mesa Troqueladora		Revisó:	09-02-2007 Ing. Abad
	ESCALA:	Vistas acotadas	
	1:100	MATERIALES: Acero SAE 36	
		PLANO: 01	



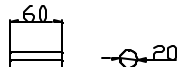
1	Diagrama Cinemático de Conjunto
2	Diagrama de Cuerpo Libre Platina
4	Diagrama de Cuerpo Libre Cilindro
3	Diagrama de Cuerpo Libre Cubierta
5	Diagrama Cuerpo Libre Troquel- Porta Troquel

Fp	Fuerza pistón
Fk	Fuerza Resorte
Fa	Fuerza accionamiento
Rt	Reacción Troquel-Rama
Rn	Fuerza normal cubierta superior
Wc	Peso cubierta superior
Rg	Reacción tuercas de guías
Rp	Reacción Platina-Portaplatina
15	Halar grupo de cuchillas y discos separadores
16	Planear preparación
17	Cambiar de tipo de cuchillas circulares
18	Limpiar los ejes de corte
19	Verificar el filo de las cuchillas

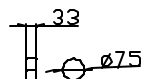
FIMCP - ESPOL		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujó:	09-02-2005 Jose Meza
		Revisó:	09-02-2007 Ing. Abad
PROYECTO: Mesa Troqueladora		PLANO:	
	ESCALA:	Esquema Cinemático	
	1:100		
MATERIALES:		Acero SAE 36	
		02	



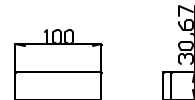
(A)



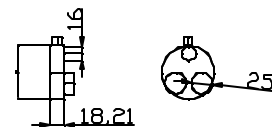
(B)



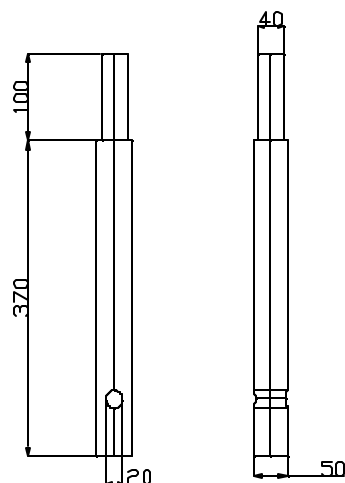
(C)



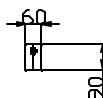
(D)



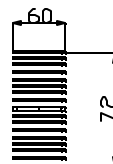
(E)



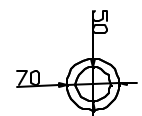
(J)



(F)



(G)



(H)

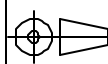


(I)

A	Ruedas Portaplata (x4)
B	Pasadores (x4)
C	Ruedas Portaroma (x12)
D	Placa (x2)
E	Rueda para giro (x2)
F	Bocines (x4)
G	Resortes (x4)
H	Cojinetes (x4)
I	Tuercas (x4)
J	Guías (x4)

FIMCP - ESPOL

PROYECTO: **Mesa Troqueladora**



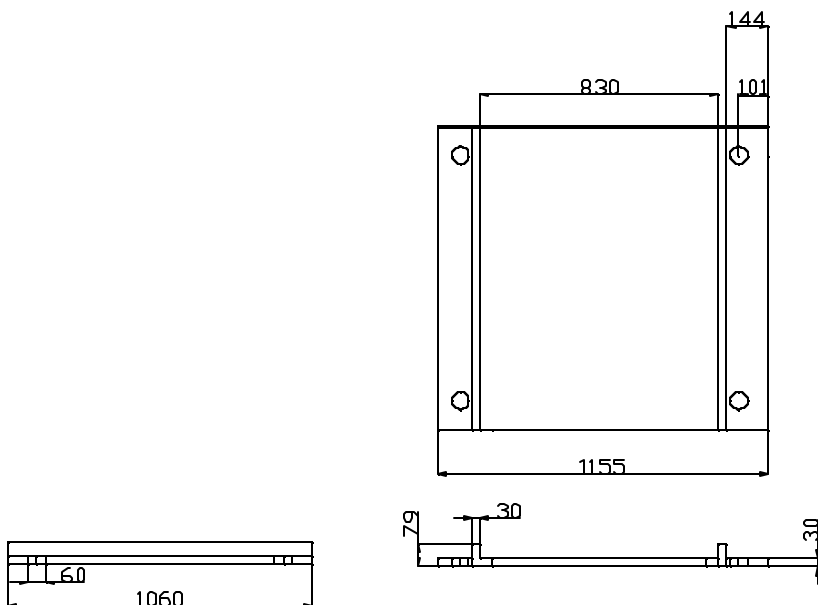
ESCALA:
1:100

MATERIALES: **Acero SAE 36**

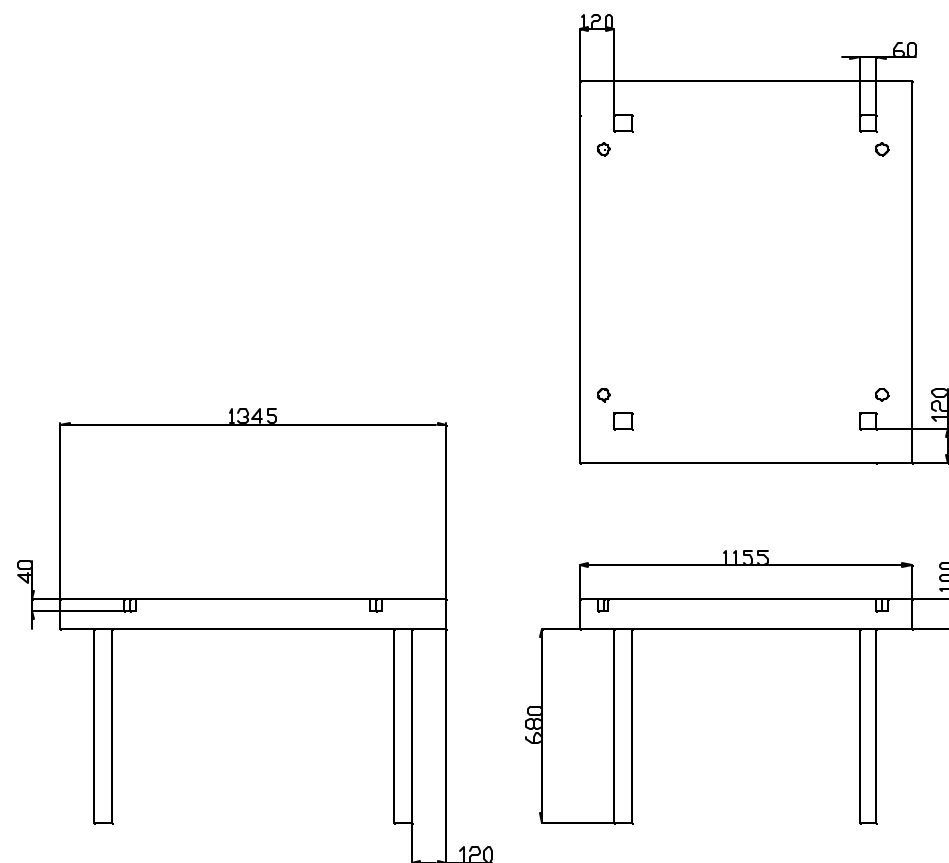
FECHA:	NOMBRE:
Dibujó: 09-02-2005	Jose Meza
Revisó: 09-02-2007	Ing. Abad

PLANO:

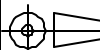
03

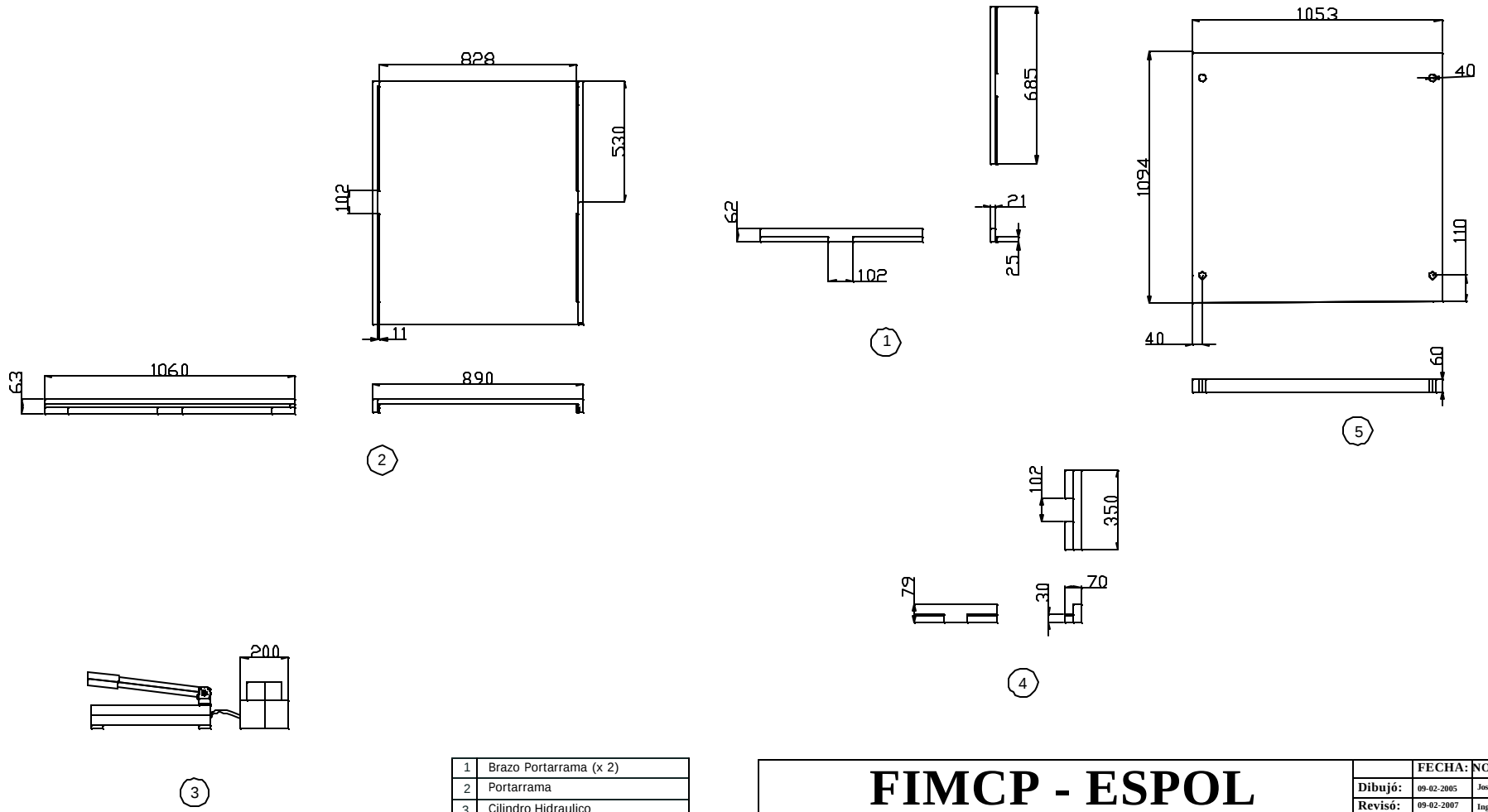


PORTAPLATINA

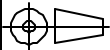


MESA

FIMCP - ESPOL		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujó: 09-02-2005	Jose Mesa
PROYECTO: Mesa Troqueladora		Revisó: 09-02-2007	Ing. Abad
 ESCALA: 1:100		PLANO: 04	
		MATERIALES: Acero SAE 36	



1	Brazo Portarrama (x 2)
2	Portarrama
3	Cilindro Hidraulico
4	Brazo de Platina (x 2)
5	Cubierta Superior

FIMCP - ESPOL		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujó:	09-02-2005 Jose Meza
PROYECTO: Mesa Troqueladora		Revisó:	09-02-2007 Ing. Abad
 ESCALA: 1:100		PLANO:	
		05	
MATERIALES:		Acero SAE 36	

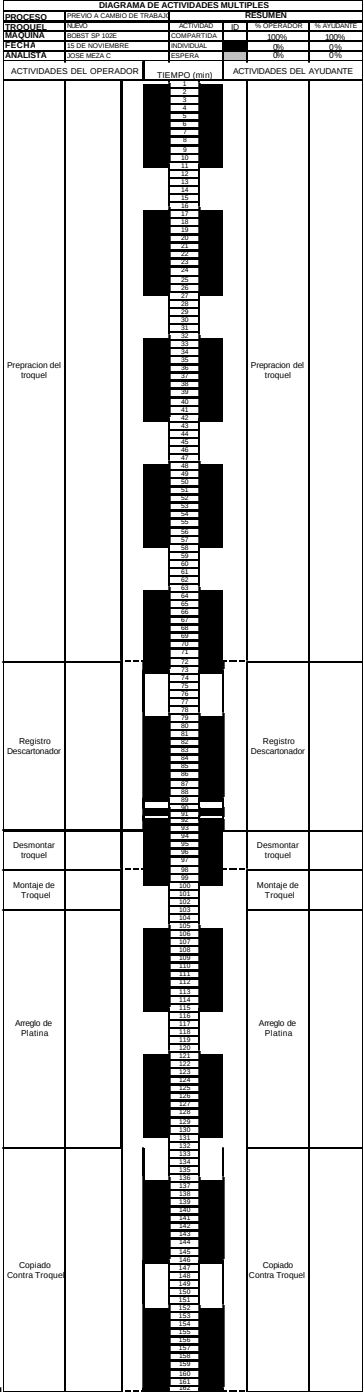
APÉNDICE C
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE
CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BOBST EN LA SEGUNDA
ETAPA DEL SISTEMA SMED.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES							
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO			RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO Y REPETICIÓN			ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E			COMPARTIDA		44%	44%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE			INDIVIDUAL		56%	56%
ANALISTA	JOSE MEZA C			ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Cambio de Ramas			1			Cambio de Ramas	
			2				
			3				
			4				
Registro Corte			5			Registro Impresión	
			6				
			7				
			8				
			9			Registro Salida	
			10				
			11				
			12				
			13			Registro Presión	
			14				
			15				
			16				
			17			Registro Entrada	
			18				
			19				
			20				
			21			Registro Succión	
			22				
			23				
			24				
25			Registro Corte (Revisión)				
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							

APÉNDICE C
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE
CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BF-1000S EN LA SEGUNDA
ETAPA DEL SISTEMA SMED.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES (PROPUESTO)							
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO			RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO Y REPETICIÓN			ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BF-1000			COMPARTIDA		26%	26%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE			INDIVIDUAL		74%	74%
ANALISTA	JOSE MEZA C			ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR				TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	
Cambio de Ramas			1			Cambio de Ramas	
			2				
Registro Corte			3			Registro Entrada	
			4				
			5				
			6				
			7				
			8				
			9				
			10				
			11				
			12				
			13				
			14				
			15				
			16				
			17				
			18				
			19				
			20				
			21				
			22				
			23				
			24				
			25				
			26				
			27				
			28				
			29				
			30				
			31				
			32				
			33				
			34				
			35				
			36				
			37				
			38				
			39				
			40				
			41				
			42				
			43				
			44				

APÉNDICE C **DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BOBST PARA TROQUELES NUEVOS EN LA SEGUNDA ETAPA DEL SISTEMA SMED**



APÉNDICE C
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO
PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BOBST PARA
TROQUELES DE REPETICIÓN CON DESCARTONADOR EN LA
SEGUNDA ETAPA DEL SISTEMA SMED

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN			
TROQUEL	REPETICIÓN C/ DESCARTONAD		ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E		COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE		INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C		ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Registro Descartonador			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
			10			
			11			
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
Desmontar troquel			22			
			23			
			24			
			25			
			26			
Montaje de Troquel			27			
			28			
			29			
			30			
			31			
Arreglo de Platina			32			
			33			
			34			
			35			
			36			
			37			
			38			
			39			
			40			
			41			
			42			
			43			
			44			
			45			
			46			
			47			
			48			
			49			
			50			
			51			
			52			
			53			
			54			
			55			
			56			
			57			
			58			
			59			
			60			

APÉNDICE C
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO
PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BOBST PARA
TROQUELES DE REPETICIÓN SIN DESCARTONADOR EN LA SEGUNDA
ETAPA DEL SISTEMA SMED

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES					
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO	RESUMEN			
TROQUEL	REPETICIÓN S/ DESCARTONADO	ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E	COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE	INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C	ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	
Desmontar troquel			1		Desmontar troquel
			2		
			3		
			4		
			5		
Montaje de Troquel			6		Montaje de Troquel
			7		
			8		
			9		
Arreglo de Platina			10		Arreglo de Platina
			11		
			12		
			13		
			14		
			15		
			16		
			17		
			18		
			19		
			20		
			21		
			22		
			23		
			24		
			25		
			26		
			27		
			28		
			29		
			30		
			31		
			32		
			33		
			34		
			35		
			36		
			37		
			38		
			39		

APÉNDICE C
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO
PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BF-1000S PARA
TROQUELES DE REPETICIÓN EN LA SEGUNDA ETAPA DEL SISTEMA
SMED

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES							
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO			RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO			ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BF-1000			COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE			INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C			ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Desmontar troquel				1		Desmontar troquel	
				2			
				3			
				4			
				5			
				6			
Montaje de Troquel				7		Montaje de Troquel	
				8			
				9			
				10			
				11			
Arreglo de Platina				12		Arreglo de Platina	
				13			
				14			
				15			
				16			
				17			
				18			
				19			
				20			
				21			
				22			
				23			
				24			
				25			
				26			
				27			
				28			
				29			
				30			
				31			
				32			
				33			
				34			
				35			
				36			
				37			
				38			
				39			
				40			
				41			
				42			
				43			
				44			

APÉNDICE D
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE
CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BOBST EN LA TERCERA
ETAPA DEL SISTEMA SMED.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES							
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO			RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO Y REPETICIÓN			ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E			COMPARTIDA		30%	30%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE			INDIVIDUAL		60%	60%
ANALISTA	JOSE MEZA C			ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Cambio de Ramas				1		Cambio de Ramas	
				2			
				3			
				4			
Registro Corte				5		Registro Entrada	
				6		Registro Salida	
				7			
				8		Aiuسته med	
				9			
				10		Presión	
				11			
				12		Registro Succión	
				13			
				14			

APÉNDICE D

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BF-1000S EN LA TERCERA ETAPA DEL SISTEMA SMED.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES							
PROCESO	CAMBIO DE TRABAJO			RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO			ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BF-1000			COMPARTIDA		24%	24%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE			INDIVIDUAL		76%	76%
ANALISTA	JOSE MEZA C			ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR				TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	
Cambio de Ramas				1		Cambio de Ramas	
				2			
				3			
				4			
Registro Corte				5		Registro Entrada	
				6			
				7		Registro Salida	
				8			
				9		Ajuste Medida	
				10			
				11		Registro Succión	
				12			
Registro Presión			13				
			14				
			15				
				16			
				17			

APÉNDICE D

**DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO
PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BOBST PARA
TROQUELES DE REPETICIÓN CON DESCARTONADOR EN LA
TERCERA ETAP A DEL SISTEMA SMED**

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN			
TROQUEL	REPETICIÓN C/ DESCARTONADOR	ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE	
MAQUINA	BOBST SP 102E	COMPARTIDA		100%	100%	
FECHA	15 DE NOVIEMBRE	INDIVIDUAL		0%	0%	
ANALISTA	JOSE MEZA C	ESPERA		0%	0%	
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Registro Descartonador			1		Registro Descartonador	
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
			10			
			11			
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
			22			
Desmontar troquel			23		Desmontar troquel	
			24			
			25			
			26			
Montaje de Troquel			27		Montaje de Troquel	
			28			
			29			
			30			
Arreglo de Platina			31		Arreglo de Platina	
			32			
			33			
			34			
			35			
			36			
			37			
			38			
			39			
			40			
			41			
			42			
			43			
			44			
			45			
			46			
			47			
			48			
			49			
			50			
			51			
Registro Impresión			52		Registro Impresión	
			53			
			54			
			55			
Registro de Corte			56		Registro de Corte	
			57			
			58			
			59			
			60			
			61			
			62			
			63			
			64			
			65			
			66			
			67			
			68			
			69			
			70			
			71			
			72			
			73			
			74			
			75			
			76			
			77			
			78			
			79			
			80			
			81			
			82			
			83			
			84			

APÉNDICE D
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO
PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BOBST PARA
TROQUELES DE REPETICIÓN SIN DESCARTONADOR EN LA TERCERA
ETAPA DEL SISTEMA SMED

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN			
TROQUEL	REPETICIÓN S/ DESCARTONADO		ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BOBST SP 102E		COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE		INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C		ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)		ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	
Desmontar troquel			1		Desmontar troquel	
			2			
			3			
			4			
			5			
Montaje de Troquel			6		Montaje de Troquel	
			7			
			8			
			9			
			10			
Arreglo de Platina			11		Arreglo de Platina	
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
			22			
			23			
			24			
			25			
			26			
			27			
			28			
			29			
			30			
Registro Impresión			31		Registro Impresión	
			32			
			33			
			34			
			35			
Registro de Corte			36		Registro de Corte	
			37			
			38			
			39			
			40			
			41			
			42			
			43			
			44			
			45			
			46			
			47			
			48			
			49			
			50			
			51			
			52			
			53			
			54			
			55			
			56			
			57			
			58			
			59			
			60			
			61			
			62			
			63			

APÉNDICE D **DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BF-1000S PARA TROQUELES DE NUEVO EN LA TERCERA ETAPA DEL SISTEMA SMED**

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES					
PROCESO	PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN		
TROQUEL	PREVIO	ACTIVIDAD	IQ	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BF-1000	COMPARTELOS		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE	INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C	ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR		TIEMPO (seg)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Preparacion del troquel		1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
Desmontar troquel		21			
		22			
Montaje de Troquel		23			
		24			
Areglo de Platin		25			
		26			
		27			
		28			
		29			
		30			
		31			
		32			
		33			
		34			
		35			
		36			
		37			
		38			
		39			
		40			
		41			
		42			
		43			
		44			
Copiado Contra Troquel		45			
		46			
Registro Impresión		47			
		48			
Registro de Corte		49			
		50			

APÉNDICE D
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS PARA EL PROCESO
PREVIO AL CAMBIO DE TRABAJO EN LA MAQUINA BF-1000S PARA
TROQUELES DE REPETICIÓN EN LA TERCERA ETAPA DEL SISTEMA
SMED

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES						
PROCESO	PREVIO A CAMBIO DE TRABAJO		RESUMEN			
TROQUEL	NUEVO		ACTIVIDAD	ID	% OPERADOR	% AYUDANTE
MAQUINA	BF-1000		COMPARTIDA		100%	100%
FECHA	15 DE NOVIEMBRE		INDIVIDUAL		0%	0%
ANALISTA	JOSE MEZA C		ESPERA		0%	0%
ACTIVIDADES DEL OPERADOR			TIEMPO (min)	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		
Desmontar troquel			1		Desmontar troquel	
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
Montaje de Troquel			8		Montaje de Troquel	
			9			
			10			
			11			
			12			
Arreglo de Platina			13		Arreglo de Platina	
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
			22			
			23			
			24			
			25			
			26			
			27			
			28			
			29			
			30			
			31			
			32			
			33			
			34			
			35			
			36			
			37			
			38			
			39			
			40			
			41			
			42			
			43			
			44			
Registro Impresión			45		Registro Impresión	
			46			
Registro de Corte			47		Registro de Corte	
			48			
			49			
			50			
			51			
			52			
			53			
			54			
			55			
			56			
			57			
			58			
			59			
			60			
			61			
			62			
			63			
			64			
			65			
			66			
			67			
			68			

BIBLIOGRAFÍA

1. Shingo Shigeo, Una Revolución en la producción: el sistema SMED, TGP–Productivity, Madrid 1990.
2. Kjell B. Zandin, Maynard Manual del Ingeniero Industrial, McGraw Hill, México 2005.
3. Wren, D.A. y R.G. Greenwood, Los Innovadores de las Grandes Organizaciones, Oxford University Press, México:1999
4. Niebel y Freivalds, Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño de trabajo, Alfaomega, México 2001.
5. Manual Bobst Doctech, Mandos y manejo de Maquina, SP 102-SE.
6. Córdova Willie, “Mejoramiento de la Operación de Preparación de Máquinas Cortadoras de Bobinas de Acero “Slitters” en una Empresa Metalmecánica por Medio del Sistema SMED” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2005).