

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

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

“Implantación de Mejoras para la Reducción de Tiempo en
el Proceso de Preparación de Imprentas en una Empresa
Cartonera”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Victor Hugo Orozco Ramírez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios; a mis padres,
por su apoyo
incondicional; al Dr.
Kléber Barcia V., director
de tesis; y demás
personas que hicieron
posible la realización de
este trabajo.

DEDICATORIA

PADRES, HERMANAS,
FAMILIARES Y
AMIGOS, ES A
USTEDES
CONSAGRADO EL
PRESENTE TRABAJO.

DECLARACION EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Victor Hugo Orozco Ramírez



BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G."
F. I. M. C. P.

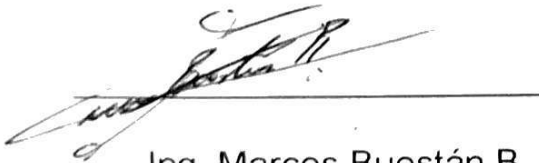
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



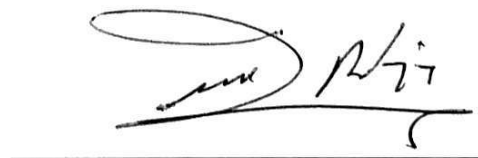
Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Dr. Kléber Barcia V
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Marcos Buestán B.
VOCAL



Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL

RESUMEN

El marco sobre el cual es desplegada la presente tesis, es a partir de uno de los mayores obstáculos que no permiten a las empresas un tiempo de fabricación aceptable, estos son los tiempos de preparación de máquinas.

El objetivo de la presente tesis es precisamente, la reducción de los tiempos de preparación de imprentas en una empresa cartonera, para lo cual, se desarrolla la implantación del SMED, la metodología más acertada que junto con las demás herramientas ingenieriles aplicadas permitirán alcanzar los objetivos propuestos.

El SMED, una respuesta a un entorno industrial competitivo, lleno de demandas y necesidades específicas, toma su nombre por sus siglas en ingles, SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE, (Cambio de herramientas en menos de diez minutos), esta formado por 4 etapas. La ejecución del SMED en su etapa preliminar, conlleva la aplicación de herramientas ingenieriles como: estudios de tiempos, diagramas, entre otras; lo que nos permitirá conocer la situación de la empresa antes de la aplicación. En la primera etapa, realizaremos la separación de las operaciones internas de las externas, para así en sus dos últimas etapas determinar las

oportunidades de mejora en la reducción de los tiempos de preparación de la imprenta.

El primer paso en la aplicación del SMED, es el conocimiento global de cada una de las actividades, por ello comenzamos con el conocimiento de los tiempos incurridos en la preparación de la imprenta Kooper 5, máquina seleccionada para aplicación del SMED.

Con el conocimiento de los tiempos actuales del proceso de preparación de imprenta se procede a realizar el estudio de tiempo, para lo cual se emplea el Muestreo de trabajo, el que permitirá determinar al final de su aplicación el tiempo estándar del proceso de preparación antes de la implantación del SMED.

Debido a la complejidad propia del proceso de preparación de imprenta, se procedió a dividir al proceso en sub-procesos, teniendo como referencia el cuerpo de la máquina y el operador que realiza el proceso de preparación en dicho cuerpo.

El proceso queda dividido en 7 sub-procesos en paralelo los cuales una vez realizados se procede a la ejecución del último sub-proceso, Actividades Pos-cierre, en el que participan todos los operadores de la máquina. Luego se realiza un estudio de tiempo al proceso de preparación de imprenta a cada uno de los sub-procesos en paralelo.

Con el estudio de tiempo ejecutado se procedió a calcular el tiempo estándar de cada uno de los sub-procesos de la preparación de imprenta.

Paralelamente al estudio de tiempo se efectúa la clasificación de las actividades en internas y externas a través del Gráfico de Análisis de Operaciones.

Lo anteriormente expuesto es corroborado por medio de la tabla de Eliminación de Desperdicio que nos permite conocer de una manera más detallada el tipo de desperdicio en el que se incurre en las cada una de las actividades que forman parte del proceso.

Concluido el análisis realizado en la etapa pre-eliminar de la implantación del SMED, se procede con la separación de las actividades internas de las externas en la que se explica de una manera específica las actividades citadas en esta etapa, para lo cual se genera una tabla de actividades internas que serán objeto de estudio para su conversión en actividades externas.

Con la identificación de las actividades internas que serán transformadas en actividades externas se procede análisis de las opciones que permitirán lograr el objetivo de la segunda etapa, la conversión de las actividades interna a externas, que paralelamente con la tercera etapa del proceso de implantación del SMED, genera los cambios y mejoras

necesarias para la obtención de nuestros objetivos, la reducción de los tiempos de preparación de imprenta, a continuación se presentan los más significativos:

La obtención del cero de la máquina, que reduce aproximadamente a cero los ajustes y re-ajustes una vez realizado los sub-procesos en paralelo de preparación.

Calibración de la altura de los pisadores, que permite al operador realizar esta actividad de una manera más ágil y seguridad al momento del cambio, todo esto gracias a la creación de platinas con las alturas requeridas en cada uno de los cuerpos que componen la imprenta.

La conversión de las actividades internas a externas en aproximadamente su totalidad, logrado a través de la asignación de responsabilidad de dichas actividades a un operador de imprenta para su ejecución.

Dentro de la conclusión más significativa, citamos la siguiente: La utilización de las herramientas ingenieriles y demás medios de levantamiento de información y aproximadamente el 90% de las actividades consideradas erróneamente dentro de la preparación interna, son convertidas al proceso de preparación externa a través de la asignación de dichas actividades a una persona de la máquina.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Justificativos de estudio.....	6
1.4. Objetivo de estudio.....	7
1.5. Metodología utilizada	8

1.6. Estructura de la tesis	10
-----------------------------------	----

CAPITULO 2

2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
--------------------------------	----

2.1. El SMED (Single Minute Exchange of Die)	13
--	----

2.2. Descripción teórica de herramientas.....	18
---	----

CAPITULO 3

3. LA EMPRESA.....	24
--------------------	----

3.1. Antecedentes.....	24
------------------------	----

3.2. Localización.....	26
------------------------	----

3.3. Distribución y descripción de la planta.....	26
---	----

3.4. Estructura organizacional.....	29
-------------------------------------	----

3.5. Políticas de la empresa.....	30
-----------------------------------	----

CAPÍTULO 4

4. IMPLANTACION DE LA METODOLOGIA DE LA TESIS.....	34
--	----

4.1. Proceso de producción.....	34
---------------------------------	----

4.2. Aplicación del SMED.....	44
-------------------------------	----

CAPÍTULO 5

5. ANALISIS COSTO-BENEFICIOS DE MEJORAS REALIZADAS.....	111
---	-----

5.1. Resultados obtenidos.....	111
--------------------------------	-----

5.2. Análisis costo-beneficios.....	114
-------------------------------------	-----

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
--	-----

6.1. Conclusiones.....	118
------------------------	-----

6.2. Recomendaciones.....	120
---------------------------	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

d.C	Después de Cristo
DIN	Demoras Inevitables
DES	Demoras especiales
DPE	Demoras personales
ISO	Sistema Internacional de Organización
L	Factor de nivelación del desempeño
NPDF	Tolerancia por necesidades personales, fatiga y demoras varias
O	Tiempo de todos los elementos de trabajo
S	Tiempo nivelado por pieza
SMED	Single Minute Exchange of Die
T	Elementos de trabajo
TIR	Tasa interna de retorno
TPM	Mantenimiento Preventivo Total
TQM	Sistema de Calidad Total
To	Tolerancia
VAN	Valor actual neto

SIMBOLOGIA

m	Metros
mm	milímetros
min	Minutos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1 Metodología de la tesis.....	9
Figura 2.1 Etapas para la reducción del cambio de modelo.....	16
Figura 2.2 Simbolos de diagramas de flujo.....	19
Figura 2.3 Diagrama de flujo o recorrido.....	22
Figura 2.4 Formato de registro de operaciones.....	23
Figura 4.1 Diagrama de operación, proceso de elaboración de lámina de cartón corrugado.....	35
Figura 4.2 Diagrama de operación, proceso de producto final.....	40
Figura 4.3 Sub-procesos en paralelo.....	49
Figura 4.4 Resumen muestreo piloto.....	54
Figura 4.5 Resumen de tiempo por sub-procesos en paralelo.....	69
Figura 4.6 Resumen de tiempo total – Estudio de tiempo.....	70
Figura 4.7 Resultado de tiempos estándares.....	80
Figura 4.8 Pisador con perno pasante.....	99
Figura 4.9 Ubicación del cero, cuerpo impresor.....	102
Figura 4.10 Ubicación del cero, cuerpo eslotador.....	102
Figura 4.11 Lección punto a punto, encabezado.....	104
Figura 4.12 Lección punto a punto, desarrollo.....	105
Figura 4.13 Lección punto a punto, registro.....	105
Figura 4.14 Determinación de lugar específico.....	107
Figura 4.15 Determinación de lugar específico.....	107
Figura 4.16 Troquel identificado.....	109
Figura 4.17 Troquel identificado.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1	Distribución de planta.....27
Tabla 2	Equipos existentes.....41
Tabla 3	Inputs - proveedores.....43
Tabla 4	Tiempos de preparación.....46
Tabla 5	Muestreo piloto.....50
Tabla 6	Niveles de confianza.....56
Tabla 7	Resumen de observaciones.....57
Tabla 8	Elementos de trabajo.....61
Tabla 9	Demoras especiales.....63
Tabla 10	Demoras inevitables.....64
Tabla 11	Resumen de las observaciones, muestreo final.....65
Tabla 12	Resumen de eliminación de desperdicio.....70
Tabla 13	Valoración del desempeño.....74
Tabla 14	Resultados de tiempos estándares.....76
Tabla 15	Análisis de operaciones.....82
Tabla 16	Eliminación de desperdicio.....86
Tabla 17	Actividades internas a externas.....93
Tabla 18	Codificación de troqueles.....108
Tabla 19	Calibración altura de Pisadores.....110
Tabla 20	Tiempos de preparación, año 2006.....112
Tabla 21	Cálculo de costo de minutos ganados.....116
Tabla 22	Cálculo de ganancia por cajas extras.....117

INTRODUCCIÓN

La dinámica con la que el entorno industrial evoluciona, a las puertas de un comercio sin fronteras, exige una competitividad y velocidad de cambios a todos quienes forman parte de ella; en donde el tiempo de respuesta hacia los clientes, es una variable determinante al momento que cumplir, con una demanda formada por un mercado maduro, llena de necesidades específicas.

El tiempo, una variable esencial al momento de producir y cumplir con el cliente, en donde la reducción de cada minuto en el proceso de preparación de máquina es equivalente a un mayor tiempo disponible de proceso y un menor tiempo de entrega.

El objetivo de este estudio, es precisamente, la reducción de los tiempos de preparación de imprentas en una empresa cartonera. El SMED, por sus siglas en ingles, SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (Cambio de herramientas en menos de diez minutos), es la metodología más acertada para la obtención de nuestro objetivo.

El desarrollo de la presente tesis, comienza con un análisis del entorno en el cual se desplegará la implantación del SMED, en donde se detalla los antecedentes, justificativos y objetivos a alcanzarse, así como

también los demás factores e involucrados en el proceso de preparación de imprenta.

El SMED, compuesto por 4 etapas, una pre-eliminar y 3 etapas finales, donde la primera de ellas, la etapa pre-eliminar, consiste en la familiarización de cada uno de los factores y parámetros que forman el proceso de preparación de imprenta, ya que lo no se conoce no se puede mejorar. Con la familiarización, levantamiento y análisis de información a través de herramientas ingenieriles, se da paso a las 3 etapas finales, en las que se presentan los cambios y mejoras obtenidas en el proceso de implantación del SMED. Todos estos cambios y mejoras son producto de un análisis detallado y sustentado en el ejecución del desarrollo de la tesis, en donde al final, se presentará los beneficios y logros significativos alcanzados a través de la implantación del SMED.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

El contexto de la presente tesis es desarrollado alrededor de uno de los mayores obstáculos que no permiten que los tiempos de fabricación en las empresas sean aceptables, limitando la flexibilidad en la producción, estos son los tiempos de preparación de máquina para la realización de un producto.

El tiempo es una variable esencial al momento de producir, y la reducción de cada minuto en el tiempo de preparación de máquina es agregar tiempo disponible de proceso, lo que ocasiona una reducción de costos -al existir menores cantidades de stock de productos finales o intermedios-, un mayor nivel de satisfacción de los clientes y por ende una mayor rentabilidad del negocio.

El SMED, por sus siglas en ingles, SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (Cambio de herramientas en menos de diez minutos), que toma su nombre del objetivo de tratar de reducir los tiempos de cambio de matrices de grandes prensas a tiempos inferiores a diez minutos, es la metodología más acertada para la obtención del objetivo de la presente tesis, la reducción de los tiempos de preparación de imprentas en una empresa cartonera.

El SMED, es la respuesta a una evolución de un entorno industrial competitivo, lleno de inestabilidades y de cambios, su implantación en una empresa genera una ventaja competitiva que le permite la flexibilidad de producción de productos y/o servicios en cantidades variables, con necesidades específicas, en un tiempo de entrega más frecuente y rápido.

1.2. Antecedentes

Con la creación del papel en el año 105 d.C. por el Sr. T'sai Lun, un empleado del emperador chino Ho Ti, se dio el inicio a una de las más importantes actividades de este periodo, la elaboración del papel en cantidades masivas. El primer papel fue realizado a base de una pasta vegetal de fibras de caña de bambú, su fabricación con el pasar del tiempo ha ido perfeccionándose, permitiendo crear los distintos tipos de papel que hoy se conocen, con características

propias, como la rigidez, la blancura entre otros. La industrialización del papel da origen al cartón corrugado, que es la unión del papel liner con el papel médium.

En nuestro país, la fabricación del cartón corrugado es una fuente importante de trabajo y oportunidades de desarrollo, lo que se ve reflejado en el crecimiento de este sector industrial en la última década.

El embalaje y la protección de bienes, son los principales usos del cartón corrugado, donde sus características y cualidades determinan las diferencias entre sus proveedores; para elaborar y asegurar un producto que brinde y cumpla con las expectativas requeridas por el cliente, PROCARSA obtuvo la certificación de la norma ISO 9002 e ISO 9001:94, recertificando recientemente para la norma ISO 9001:2000.

A todo ello, se suma la implementación del Sistema de Calidad Total (T.Q.M.), por medio del cual se logra una mejora continua en los procesos, logrando la formación, dirección participativa, sistemas de información y la participación directa de los trabajadores en el desarrollo e innovación de la empresa.

La globalización, un fenómeno económico, político, social y ecológico en el que las fronteras comerciales no existen, exige la evolución y flexibilidad a los cambios, por ello PROCARSA una empresa de vanguardia comenzó la implementación de TPM (Mantenimiento Productivo Total), en el que la primera etapa es la aplicación de las 5'Ss, paralelamente se llevan a cabo mejoras específicas que generan el crecimiento de la efectividad de las máquinas; la reducción de los tiempos de preparación de las imprentas, es una de ellas, lo que le permitirá a PROCARSA tener la flexibilidad, un mejor tiempo de respuesta y calidad requerida para una sociedad en la que la competitividad, la velocidad de los cambios y la inestabilidad de la demanda en los últimos años ha ido incrementando.

1.3. Justificativos

El costo de no evolucionar es dejar de existir, producir como hace 20 años afecta a cualquier industria de hoy, que se ve inmersa en un entorno industrial que exige día a día productos más complejos en lotes mucho más pequeños.

PROCARSA una empresa pionera en la fabricación de cartón corrugado en Ecuador, consciente de las exigencias del medio, comenzó con la implementación de T.P.M. (Mantenimiento Productivo Total), un sistema que le permite mantener la maquinaria

y equipos en condiciones optimas, iniciando con la implementación de las 5`Ss.

A través del T.P.M. se logra la reducción de inventarios, productos en proceso y la integración de toda una empresa.

Esta investigación aborda uno de los principales objetivos del T.P.M.: la reducción de los tiempos de preparación de las imprentas lo que le permitirá producir justo lo que se requiere, cuando se necesita, con excelente calidad optimizando los recursos del sistema, mejorando el tiempo de respuesta a los clientes.

1.4. Objetivos

El objetivo de la tesis es generar mejoras que permitan la reducción de los tiempos de preparación de las imprentas en la industria cartonera.

- Analizar la situación del proceso de preparación de las imprentas antes de la implantación del SMED.
- Mejorar el proceso de preparación de las imprentas.

1.5. Metodología Utilizada

La metodología utilizada en la presente tesis es mostrada en la figura 1.1, un diagrama de flujo que sintetiza la metodología diseñada y utilizada.

Diagnostico del Proceso. Al comenzar el Proceso de Implementación del SMED, se realizaron diversas reuniones de trabajo con distintos objetivos, pero todas ellas enfocadas al análisis y pre-evaluación de las distintas causas que generan la pérdida de tiempo en la preparación de las imprentas, la relación directa e indirecta de cada uno de los departamentos que proveen de los insumos utilizados en una preparación de imprenta. Todo esto permitió definir las herramientas y métodos más idóneos para la realización del estudio e implementación de mejoras.

Identificación de las Preparaciones Internas y Externas. En esta etapa se realiza un análisis profundo de cada una de las operaciones que se incurren en la preparación de las imprentas, para ello nos valemos de estudios de tiempos, diagramas de flujos de recorrido, diagramas de proceso, y reuniones de trabajos con los operarios que realizan la preparación de la imprenta.

Separación de las Preparaciones Internas y Externas. Esta etapa tiene como objetivo encontrar las condiciones necesarias que permitan transformar aquellas actividades que son consideradas erróneamente como parte de la preparación interna a una preparación externa.

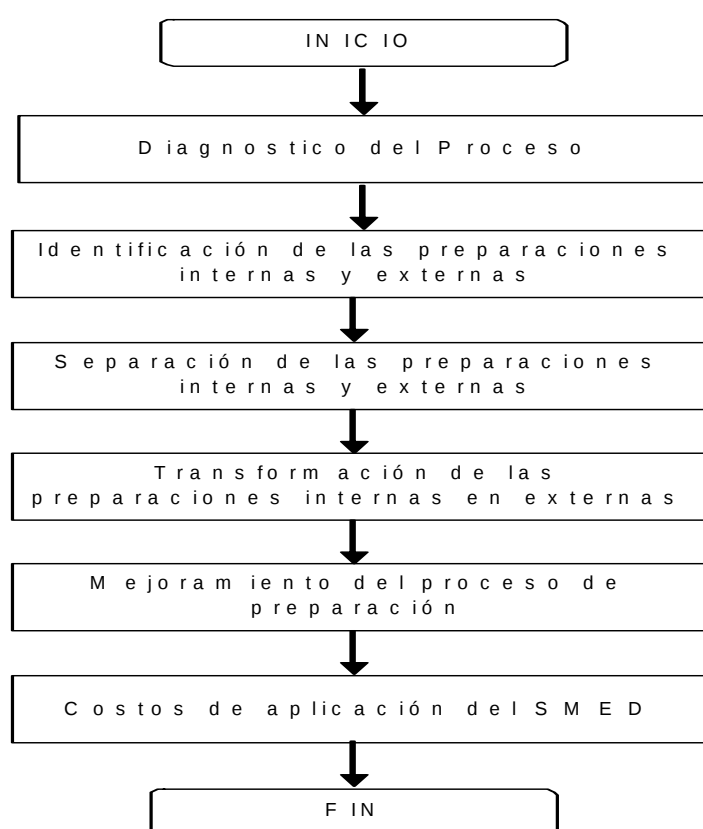


FIGURA 1.1 METODOLOGIA DE TESIS

Transformación de las Preparaciones Internas en Externas. La reevaluación de las actividades que son consideradas como internas, es realizada en esta etapa en la que se confirma su correcta denominación como parte de preparación interna.

Mejoramiento del Proceso de Preparación. Esta etapa comprende todas las operaciones y actividades que se realizan en el proceso de preparación de imprentas, las cuales son perfeccionadas buscando siempre el ahorro del tiempo, mediante la reducción, eliminación de movimientos y recorridos innecesarios.

Costos de Aplicación del SMED. El cálculo del costo de las mejoras implementadas, se cuantifica en esta etapa, en la que además se realiza una evaluación financiera de la aplicación de las mejoras implementadas mediante la TIR (Tasa interna de retorno) y el VAN (Valor actual neto).

1.6. Estructura de la tesis

La presente tesis consta de 6 capítulos, el primero de ellos ha sido descrito en cada uno de los puntos antes tratados. A continuación se hará una síntesis de los capítulos restantes.

Capítulo 2

Resume las herramientas ingenieriles utilizadas en el desarrollo de la tesis, contiene además una reseña histórica y un marco teórico detallado del sistema SMED.

Capítulo 3

Describe la empresa, su localización, distribución y descripción física de la empresa, la estructura organizacional y las políticas existentes, lo que permitirá conocer el ambiente de estudio en el que será desarrollada la presente tesis.

Capítulo 4

Detalla el proceso de producción, profundizando su estudio en la elaboración del producto final, realizado en las imprentas. La aplicación del sistema SMED es desarrollada bajo el contexto de sus cuatro etapas, detalladas en el presente capítulo, en las que se irán analizando las causas que originan la pérdida de tiempo en la preparación de las imprentas, en donde las mejoras a implementarse irán surgiendo conforme la aplicación del sistema vaya desarrollándose.

Capítulo 5

Detalla los costos vs. los resultados alcanzados. La aplicación del SMED en el proceso de preparación de una imprenta genera una mejor utilización de los recursos: materia prima, tiempo, mano de obra, entre otros. Los beneficios obtenidos y los costos de las mejoras y cambios realizados son comparados y analizados en el presente capítulo.

Capítulo 6

Las conclusiones y recomendaciones, son descritas en este capítulo como resultado de la aplicación e implementación del sistema SMED en una planta cartonera.

CAPITULO 2

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. SMED (Single Minute Exchange of Die)

Históricamente, en la industria el uso de grandes lotes se ha efectuado como la solución económica ante los tiempos y costes incurridos en la preparación de las máquinas.

Actualmente, una producción en lotes genera limitaciones en un medio caracterizado por la competitividad, velocidad de cambio e inestabilidad de la demanda. Es aquí, donde radica la importancia de los tiempos de preparación, en la que el SMED, es la metodología más acertada para la reducción de los mismos, que toma su nombre del objetivo de tratar de reducir los tiempos de preparación a tiempos inferiores a los diez minutos, entendiéndose por tiempo de preparación, al tiempo transcurrido desde el último producto del lote

anterior hasta que se produce el primer producto vendible del siguiente lote.

Shigeo Shingo, en contra de los pensamientos tradicionales, creador de la metodología del SMED, obtiene su primer éxito en Toyota, donde consiguió la reducción de tiempo de cambio de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a solo tres minutos [1].

Es en 1950, donde se da el primer paso en la creación de la metodología hoy conocida como SMED. Shigeo Shingo dirigió un estudio de eficiencia en la fabrica TOYO KOGYO, en el que el principal objetivo era la disminución de los tiempos de preparación de las prensas empleadas en el proceso. La distinción de dos tipos de operaciones al momento de preparación de la máquina, fue el primer paso en la creación del SMED:

- Operaciones de Preparación Interna, aquellas que deben de realizarse con la máquina parada.
- Operaciones de Preparación Externa, aquellas que pueden realizarse con la máquina en marcha.

Luego de esto, se establece un proceso para el análisis de todas las operaciones, clasificarlas y así poder cambiar operaciones internas a externas, lo que también permitió la reducción de operaciones

internas con la menor inversión posible, elevando la eficiencia aproximadamente en un 50%.

El desarrollo de la metodología del SMED, llevó 19 años en total, los aspectos teóricos y prácticos aplicados en la mejora de los tiempos de preparación de máquinas y cambios de útiles fueron sin duda alguna estimulados por los requerimientos continuos de Toyota Motor Company, en la que él logra la reducción del tiempo de preparación de una prensa de 1000 toneladas, de cuatro horas a tan solo tres minutos.

Por lo general pensamos que los procedimientos de preparación son variados, ya que dependen de la operación y del equipo empleado; pero todos ellos responden a una determinada secuencia, lo que permite que el SMED se aplicable a todos ellos. La figura 2.1, muestra las etapas para la reducción de preparación de maquina, las etapas de implementación del SMED, son detalladas a continuación:

2.1.1. Etapa Preliminar

Lo que no se conoce no se puede mejorar; está es una etapa en la que no se encuentran diferenciadas las preparaciones internas de las externas, por lo que se realiza un estudio en el que se detalla las condiciones reales de la fábrica, que evitará

confusiones entre las mismas, lo cual puede ser realizado a través de un estudio por cronómetro si se trata de una producción continua, o un estudio por muestreo el cual tan solo sería válido con procesos muy repetitivos; finalmente una entrevista realizada a los trabajadores inmersos en el proceso de preparación que permite conocer ideas útiles que por lo general se pueden aplicar [1,2].

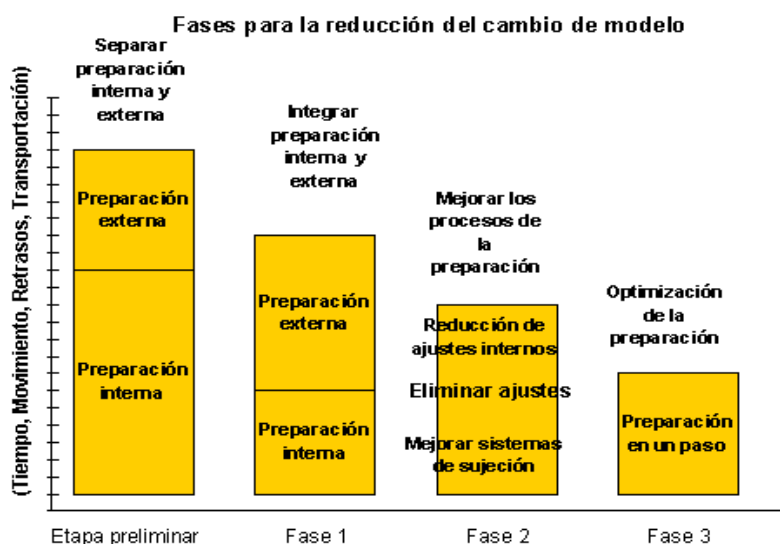


FIGURA 2.1 ETAPAS PARA LA REDUCCIÓN DEL CAMBIO DE MODELO

Fuente: Cambio rápido de modelo (SMED), www.gestiopolis.com

La filmación de la preparación de máquina, conjuntamente con la opinión de los trabajadores es la mejor manera de realizar una buena etapa preliminar.

2.1.2. Primera Etapa

Es el paso más importante en la implementación del SMED, ya que en este se realiza la separación de las operaciones internas y externas, es un paso en el que se detectan problemas de rutina [1,2].

La distinción de las operaciones internas de las externas es la que marca la pauta para una óptima implementación del SMED.

2.1.3. Segunda Etapa

La conversión de operaciones internas a externas es realizada en esta etapa, además de esto se reevalúa las operaciones para confirmar su correcta denominación como una operación interna [1,2,3].

La eliminación de los ajustes es otro de los objetivos a cumplirse en la segunda etapa, ya que estos representan del 50 al 70% de la preparación interna, una reducción de los mismos se refleja significativamente en el tiempo total de preparación interna.

2.1.4. Tercera Etapa

El perfeccionamiento de las operaciones internas y externas, es logrado a través de un análisis detallado de cada operación, para cada una existirá una aplicación, acción que permita cumplir con el objetivo [1,2,3].

2.2. Descripción Teórica de Herramientas

2.2.1. Diagrama de Flujo

Con frecuencia, el primer paso que un equipo que esta buscando maneras de mejorar un proceso es trazar un diagrama de flujo de ese proceso. Se considera que no es posible mejorar un proceso, a menos que todos entiendan en que consiste. El diagrama de flujo constituye un método extremadamente útil para delinear lo que esta sucediendo. Una forma de comenzar es determinar como debe de funcionar el proceso para luego tratar en forma gráfica como esta funcionando en realidad. Al proceder de esta manera, se puede descubrir de inmediato fallas tales como la redundancia, la ineficiencia o malas interpretaciones [6,7, 8].

El diagrama de flujo expresa gráficamente las operaciones que componen un procedimiento o parte de este, de una manera

cronológica, la dirección del movimiento es mostrada a través de flejas que apuntan en la dirección del flujo o recorrido. El propósito y el formato del diagrama de flujo determina la información adicional, la que puede ser el método de ejecución de las operaciones, las formas, el itinerario de las personas, la distancia recorrida, el tiempo empleado, etc.

En la actualidad existen un sin número de símbolos especializados utilizados para la realización de los diagramas de flujo, a continuación, se muestran los más recurrentes en la figura 2.2:

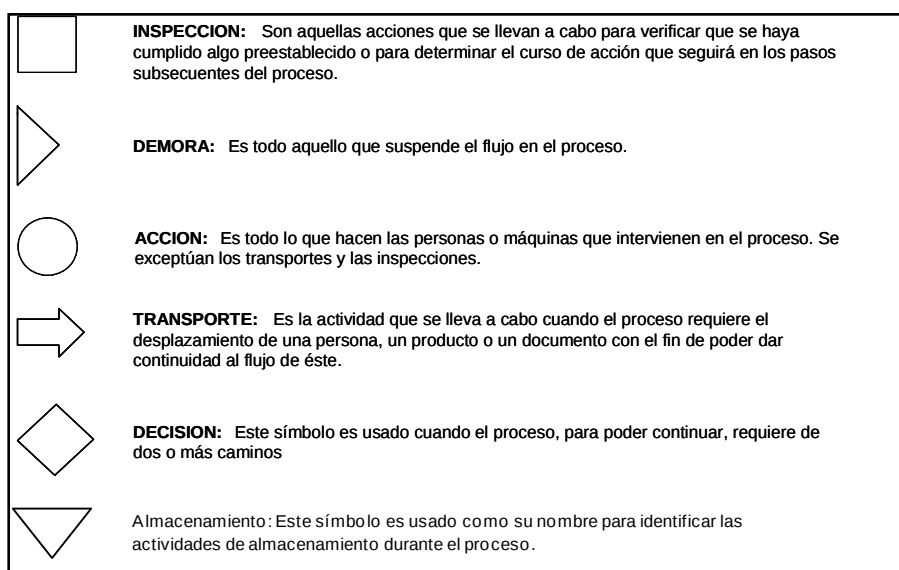


FIGURA 2.2 SIMBOLOS DE DIAGRAMAS DE FLUJO

Fuente: Jiturbe, Herramientas para el análisis y resolución de problemas, www.jiturbe.com

Un diagrama de flujo debe de mostrar como realmente se realiza el sistema o proceso, lo que obliga a que la

representación quede resumida en pocas hojas, de preferencia en una sola; una correcta utilización de la simbología evita anotaciones excesivas, repetitivas y confusas para la interpretación; por ultimo los diagramas de flujo tienen que tener la capacidad de mostrar todos los pasos de un sistema o proceso sin la necesidad de recurrir a notas extensas [6,9].

La construcción apropiada de un diagrama de flujo, representa la forma como realmente el proceso opera, este conjuntamente con los Mapas de Relaciones y/o Mapas de Proceso Inter funcional permiten a un equipo de trabajo realizar un diagnóstico correcto para la ejecución de las mejoras.

2.2.2. Diagrama de Recorrido

Las actividades que forman los diagramas de flujo de proceso son representadas en los pisos y edificios de las empresas a través de los diagramas de recorrido, donde la ruta del operario y material son graficados por medio de líneas. En el diagrama de recorrido cada actividad posee un símbolo y un número que corresponden al diagrama de flujo de proceso, la secuencia de los movimientos realizados es mostrada por medio de flechas que se encuentran orientadas en la dirección del flujo o recorrido [7,10].

El principal objetivo de la creación de un diagrama de recorrido es mostrar, los retrocesos, congestiones y recorridos excesivos suscitados durante el desarrollo de algún proceso u operación y paralelamente con el diagrama de flujo servir de guía para efectuar una mejor distribución de las operaciones y área de trabajo.

Por ello, cada movimiento de una o más personas o conceptos debe ser representado con una línea de distinto color que permita diferenciar el recorrido entre las mismas. La figura 2.3, es un ejemplo de un diagrama de recorrido de un proceso.

Los pisos, edificios, patios, maquinarias y equipos que forman parte de una redistribución deben ser todos dibujados con la misma escala [7].

2.2.3. Muestreo del trabajo y Medición de Tiempos en Grupo

Trabajar con datos confiables, es la base para la obtención de resultados aplicables, más aun si se trata de la medición del trabajo humano, que ha constituido un problema para la administración en la determinación de mejoras [7,8].

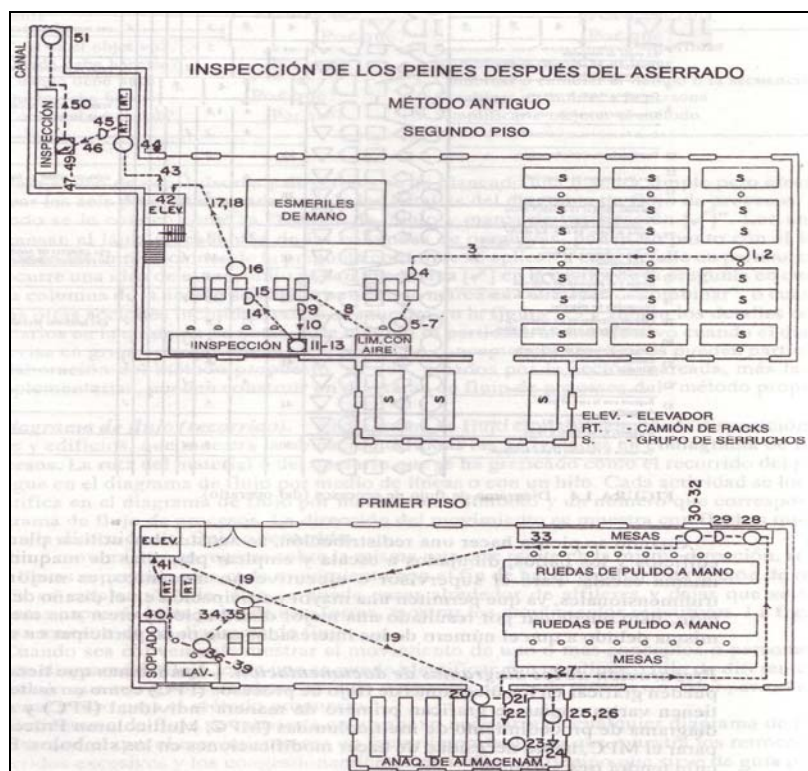


FIGURA 2.3 DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO

Fuente: Hodson William K., Maynard Manual del Ingeniero Industrial, McGraw Hill, Mexico 1996, p. 3.10

El muestreo aleatorio de trabajo paralelamente con la técnica de medición de tiempos en grupo cumplen con los requisitos necesarios para la obtención de los objetivos propuestos, datos fiables; lo cual es logrado debido a que el muestreo de trabajo es basado en la ley de probabilidades, la que sigue un numero más pequeño de eventos al azar que tienden a seguir los mismos patrones de distribución, son una serie de observaciones realizadas aleatoriamente para determinar un estimado de la razón de dichas observaciones en las diferentes

demoras y elementos de trabajo con el numero total de observaciones en el proceso, lo cual es realizado en un hoja de cálculo Excel, en la que a través de la función “=Aleatorio ()” se generan números aleatoriamente.

La medición del trabajo de actividades múltiples es lograda a través de la técnica de medición de tiempos en grupos, la que permite al observador con la utilización de un cronómetro realizar un estudio de tiempos de dos hasta quince empleados o máquinas, todos a la vez, en intervalos de fijos de tiempo. La figura 2.4 muestra un ejemplo de estudio de muestreo de trabajo:

ESTUDIO	FECHA				OBSERVADOR
	BANCO No. A-24	BANCO No. A-25	BANCO No. A-26	BANCO No. A-27	
CONCEPTO					TOTAL
CICLO	I	II	III	IV	71
PREPARACIÓN	I	II			5
SIN OPERAR	I	II		III	30
AUSENCIA DEL OPERARIO			I		1
OPERARIO OCIOSO			II		2
PUNTA - PESADA					
PEQUEÑA					
DOBLADA		I	I		2
QUIJADA - SIN AGARRAR		I			1
SIN SOLTAR					
MATERIAL - ATORADO			I		1
ROTO			I		1
MANEJO	II	I	II	II	7
ESPERA - GRÚA	I	I			2
MATERIAL	I	I		I	3
EN LA LÍNEA DE ESPERA DEL DADO			I		1
ENHEBRADO MANUAL					
EL GANCHO NO ATORA					
SOLTAR EL TUBO DEMASIADO PRONTO					
GUIAR AL TUBO ADENTRO DEL DADO					
MANTENIMIENTO		I		I	2
AJUSTE DE VARILLAS				I	1
INSPECCIÓN DE PERNOS Y DADOS				I	1
LIMPIEZA	I	I	I		3
RECIBIR INSTRUCCIONES			II		2
					136

FIGURA 2.4 FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES

Fuente: Hodson William K., Maynard Manual del Ingeniero Industrial, McGraw Hill, Mexico 1996, p. 4.44.

CAPITULO 3

3. LA EMPRESA

3.1. Antecedentes

Productora Cartonera S.A. una de las más importantes plantas del Continente Sur-Americano destinada a la fabricación de láminas de cartón corrugado y cajas del mismo, fue legalizada un 19 de marzo de 1965, constituyéndose como sociedad anónima bajo las siglas PROCARSA.

La primera lámina de cartón corrugado fue realizada el 16 de mayo de 1965 para la compañía UBESA cuyo primer Gerente General fue el Sr. Buward Von Campe.

A finales de 1980, Procarsa pasa a formar parte de la compañía exportadora de banano Standard Fruit, comenzando una exportación de cajas de banano con denominación DOLE. En 1981 la empresa obtiene la participación de inversionista nacionales, lo que dio el

inicio de una nueva etapa en la producción de cartón corrugado para PROCARSA, permitiéndole incurrir en la exportación de cajas de banano para otras compañías (clientes varios), al mismo tiempo que nace su participación en cajas de corrugado para el mercado doméstico.

Fue en 1994 cuando Procarsa pasa a formar parte de una de las más importantes organizaciones dedicadas a la exportación de frutas, la corporación DOLE, cuyo Gerente General fue el Ing. Timothy Blanc Nelson, actualmente la Gerencia General es ejercida por el Ing. Oscar Illingworth Guerrero.

En Ecuador, DOLE es conocida por sus distintas exportadoras de fruta: Standard Fruit Company, la cual se extinguió como persona jurídica en 1993; y la Unión de Bananeros Ecuatorianos (UBESA).

Pertenecer a una de las importantes corporaciones a nivel mundial, le ha permitido a Procarsa ser una de las más significativas plantas dedicadas a la fabricación del cartón corrugado y cajas de la misma, con una tecnología de vanguardia y materia prima de calidad lo que permite abastecer al mercado local y de exportación con cajas llenas de excelencia.

3.2. Localización

La optimización de los recursos y demás factores que intervienen en la producción, se encuentran plenamente relacionados con la ubicación geográfica de la planta, por ello PROCARSA se encuentra ubicada en el cantón Eloy Alfaro Durán, en el km. 6.5 de la vía Durán-Tambo, desde el cual tiene un fácil acceso a los distintos puertos, de la provincia del Guayas y Los Ríos y demás sectores del país, permitiéndole un abastecimiento de materia prima y aprovisionamiento de cajas al cliente cuando es requerido, siendo esta una de sus principales ventajas competitivas.

PROCARSA posee un espacio físico de 188.000 m², los que se encuentran distribuidos en la Planta Industrial y Áreas de Reserva.

3.3. Distribución y Descripción Física de la Planta

Procarsa cuenta con 108.000 m² destinados a los equipos, máquinas y demás instalaciones de la siguiente manera:

TABLA 1
DISTRIBUCION DE PLANTA

AREA	SUPERFICIE
Bodega de Materia Prima	17500 m ²
Bodega de Producto Terminado	8750 m ²
Muelle de Despacho	1500 m ²
Área de Producción	20200 m ²
Sala de Fuerza	750 m ²
Área de Mantenimiento	2960 m ²
Bodega de Repuestos	3000 m ²
Embaladora	300 m ²
Área de Oficina	2020 m ²
Oficina de Supervisores	120 m ²
Área Industrial	23250 m ²
Área de Proyectos	24600 m ²
Área Total	108000 m²
Área de Reserva	80000 m ²

A continuación se describe las principales áreas que conforman Procarsa:

- Bodega de Materia Prima.- Posee un área de 17.550 m², lo que le da la capacidad de almacenamiento de 5.000 bobinas bajo cubierta, cada una con un peso promedio de 1800 kg..

Esta diseñada con plataformas propias para el ingreso de bobinas y demás materiales, así como también posee recibidores por separado los que pueden ser utilizados para el descargue de bobinas.

Los 3780 m² destinados al estacionamiento de trylers pueden ser utilizados como bodega temporal para las bobinas cuando sea requerido; todo esto le permite tener un consumo de 3.000.000 de kilos de papel por semana y un inventario con una rotación total en 3 semanas.

- Bodega de Producto Terminado.- Cuenta con tres áreas bien definidas, la destinadas a las cajas de consumo doméstico (galletas, helados, atún, entre otros); el área de flores y la de banano.

El almacenaje se lo realiza por medio del apilamiento de bultos de cajas los que son transportados a través de conveyors automáticos llegando a la bodega para ser colocados en pallets al momento de su ingreso, transportados por medio de montacargas a su área destinada.

- Área de Mantenimiento.- Procarsa posee talleres los que se encuentran destinados al mantenimiento: Mecánico, Eléctrico y Automotriz.
- Embaladora.- Es un área destinada a la transformación de los desperdicios generados durante el proceso de producción, los mismos que son transportados por medio de montacargas que

realizan el retiro en cada uno de los turnos y de tuberías que se encuentra en puntos estratégicos a lo largo de todo el proceso.

- **Planta de Producción.-** El personal cuenta con vestidores, baños, bebederos y áreas destinadas al aviso e información en algunos campos: Control de Calidad, Análisis de Producción, Seguridad Industrial, Salud entre otros; en la planta encontramos las corrugadoras, imprentas y demás máquinas y equipos destinados a la producción.

3.4. Estructura Organizacional

PROCARSA posee una Organización Lineal, en donde la autoridad y responsabilidad correlativas se transmiten íntegramente por una sola persona o para un grupo de personas, lo que faculta atender a las áreas que conforman la estructura, en donde cada administrador es responsable de las acciones de su sección; integrada y conformada por diferentes grupos administrativos los que pueden ser visualizados en el organigrama actual, el que puede ser observado en el Apéndice A.

3.5. Políticas de la Empresa

La misión y valores como honestidad, asesoría, relaciones obrero patronal, apegos a la ley y valoración del individuo son reflejados en las políticas existentes en la empresa:

3.5.1 Política de Calidad

El principio fundamental de Productora Cartonera S.A. (Procarsa) se basa en la satisfacción total del cliente.

"La Gerencia y todos nuestros colaboradores estamos 100% comprometidos en cumplir nuestros objetivos y mejorar continuamente nuestros procesos, con el fin de maximizar la eficacia y eficiencia del sistema de gestión de la calidad."

Se mantiene un claro compromiso con los clientes tanto internos como externos, generando productos y servicios que satisfagan sus necesidades, a través del cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Proveer productos de acuerdo a las especificaciones requeridas.

- Garantizar entregas oportunas y atención rápida a sus necesidades.
- Atender en forma ágil y oportuna a sus reclamos.
- Mejorar la eficacia de los procesos críticos del sistema.
- Proveer un ambiente seguro y adecuado a los colaboradores, para el buen desempeño de sus actividades.
- Minimizar los posibles impactos ambientales, generados tanto por el proceso productivo como por los desechos en general.
- Lograr nuestras metas culturales, económicas y de calidad.

Esta política con el marco referencial de los objetivos de calidad y el cumplimiento de nuestras metas, que van desde lo cultural a lo económico, son permanentemente revisadas con la primordial finalidad de lograr la satisfacción total de nuestros clientes.

3.5.2 Política de Seguridad

El deber fundamental que tiene la Gerencia de esta compañía es crear un ambiente seguro para todos nuestros colaboradores.

Se entiende que un ambiente es seguro cuando:

- Identificamos agresivamente las condiciones inseguras y actuamos para corregirlas.
- Identificamos los riesgos asociados de cada puesto de trabajo.
- Capacitamos al personal en prácticas seguras y preventivas de accidentes.
- Nuestros colaboradores utilizan los implementos de seguridad requeridos en sus puestos de trabajo.
- Todo accidente se analiza para identificar las acciones correctivas necesarias.
- Cada individuo entiende que sus acciones son las que crean nuestro ambiente de trabajo.

3.5.3 Política de Orden y Limpieza

En Procarsa se tiene la creencia que un alto nivel de orden y limpieza en el ambiente de trabajo es fundamental para el logro de nuestro objetivo de calidad y servicio al cliente. El orden y limpieza de las instalaciones reflejan la disciplina de nuestro personal en el cumplimiento del sistema de trabajo.

“Aspiramos crear una cultura en la cual cada colaborador aporta con entusiasmo en el cuidado de nuestras instalaciones y equipos; a parte de garantizar la conservación de los recursos, este esfuerzo produce un ambiente consistente en la dignidad de nuestra gente.”

Afirmamos que:

- No podemos ofrecer productos de calidad consistente al cliente. Si nuestro proceso de fabricación se desarrolla en un ambiente desordenado y sucio.
- La alta productividad es la fuente de la confiabilidad que aspiramos mantener ante el cliente.

CAPITULO 4

4. IMPLANTACION DE LA METODOLOGIA DE LA TESIS

4.1. Proceso de Producción

El proceso de producción de Procarsa posee dos partes claramente definidas:

- Elaboración de la lámina corrugada.
- Producto final en las imprentas.

4.1.1. Elaboración de la Lámina Corrugada

El proceso de producción comienza con la elaboración de la Hoja de Orden de Ruta para la elaboración de plancha o lámina de cartón corrugada, la que puede ser de pared sencilla o pared doble según las características del pedido solicitado por el cliente.

El proceso de elaboración de la lámina de cartón corrugado es mostrado en el siguiente diagrama de flujo, figura 4.1:

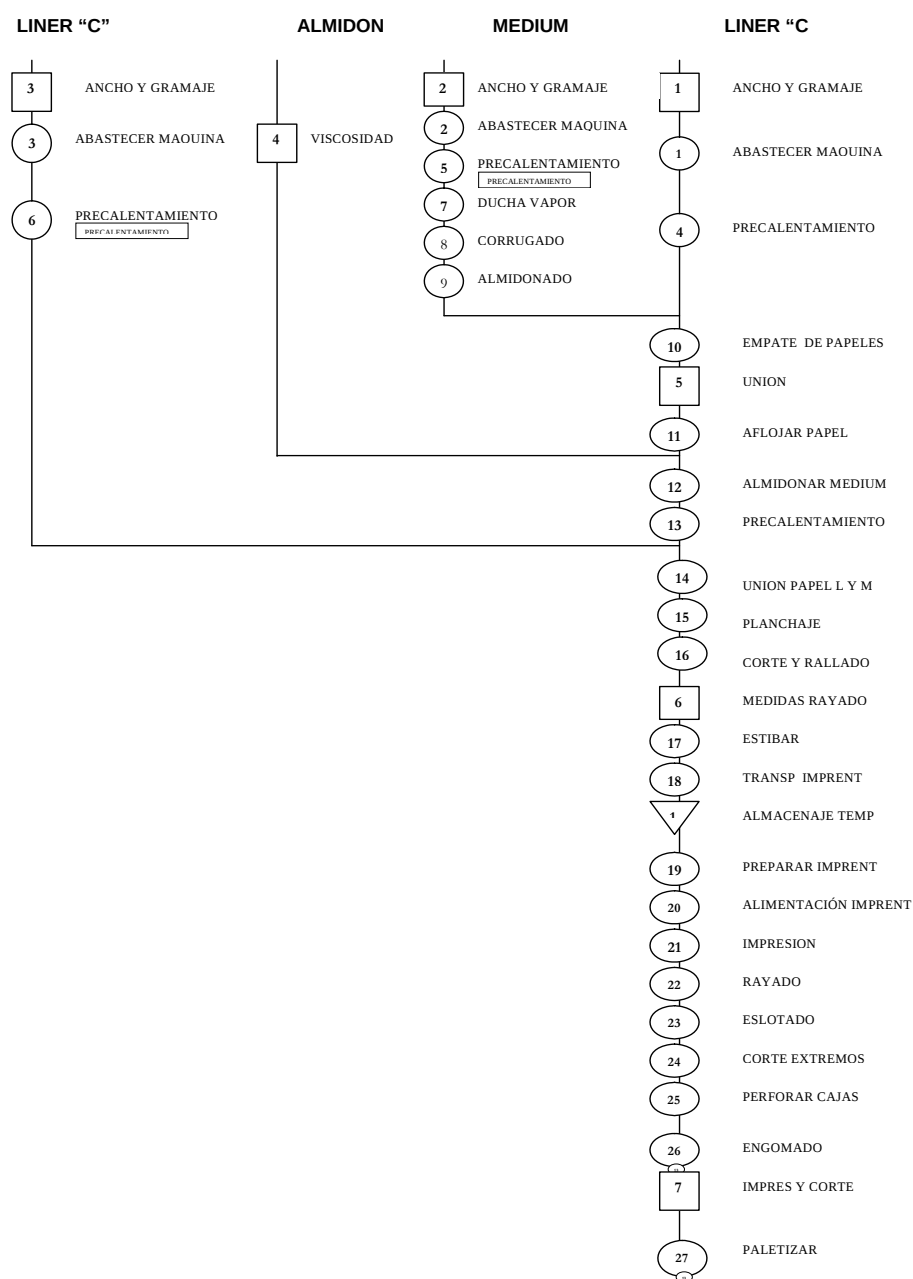


FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE OPERACION, PROCESO DE ELABORACION DE LÁMINA DE CARTON CORRUGADO

El operador de cuchilla procede a programar la orden en la computadora ingresando las medidas de rayado y corte de la lámina de cartón, realizada la programación de la nueva orden se comunica a los operadores de flauta (sección en la que el papel médium es transformado en ondulaciones a través de rodillos dentados a una temperatura de 300°F, para unirse al papel liner de manera instantánea obteniendo como resultado la flauta) y doble backer (sección en la que se juntan la flauta con el papel liner obteniendo la lámina de cartón corrugado) para que se realice el cambio de papeles requeridos; realizado el cambio de papeles se da paso a la nueva orden programada de forma automática.

La máquina corrugadora esta dividida en las siguientes secciones:

- Elevadores,
- Empalmadores,
- Flauta Single Face,
- Doble Backer,
- Triplex,
- Cuchilla,
- Stacker.

El procedimiento a seguir para la producción de las láminas de cartón es detallado a continuación:

- Prende la máquina e introduce almidón al sistema.
- Inspeccionar gramaje del papel según orden.
- Colocar rollos en portarrollos y hacer los respectivos pases; tomando en consideración que los papeles liner deben ser colocados en los extremos del lado húmedo y el papel médium va en el centro.
- Tomar la viscosidad del almidón.
- Se introduce almidón a las bandejas.
- Tomar lecturas de temperatura a los precalentadores, los que tienen que estar una temperatura de 180°C , en los que el papel sale a una temperatura de 95°C .
- Pesar el papel al corrugar por encima del rodillo encolador.
- Chequear que el rodillo pisador no este aplastando la flauta.
- Pasar el papel liner por debajo de preacondicionador, el que tiene que tener una temperatura de 180°C , saliendo el papel a 90°C .
- Con máquinas en marcha introducir al planchaje los papeles uniendo corrugado y papel liner a través de una película de

adhesivo especial cuya base es el almidón de maíz a una temperatura de 85⁰C.

- Al salir del planchaje la lámina de cartón corrugado es rayada y cortada longitudinalmente para definir el ancho de la lámina y obtener la cantidad de piezas requeridas, de acuerdo a los requerimientos del cliente y la programación de la producción. Posteriormente la lámina pasa por una cuchilla transversal que realiza el corte para determinar el largo de la lámina.
- Controlar tensión de los papeles con los frenos respectivos.
- Inspeccionar el agarre.
- Comunicarse con el operador de cuchilla.
- Chequear almidón.
- Revisar visualmente láminas.

4.1.2. Producto Final en las Imprentas

El producto final es realizado en imprentas gráficas las que se encuentran conformadas por las siguientes secciones:

- Pre-alimentador.
- Alimentadora.
- Cuerpo impresión.
- Cuerpo troqueladora.

- Sección dobladora.

Cada una de estas secciones exceptuando las estacionarias cuenta con rieles que les permiten moverse facilitando el mantenimiento y aseo de las mismas.

La figura 4.2, muestra el Diagrama de Proceso del producto final en las imprentas, el cual es detallado a continuación.

El proceso de producto final es realizado con la corroboración de las características de lámina con la Hoja de Ruta emitida por el planificador a los operadores de imprenta; revisando las especificaciones y demás requerimientos solicitados, posteriormente se procede a la preparación de la imprenta, a continuamente es detallada el proceso en forma general:

- Abre máquina y prepara.
- Coloca el clisé en el tambor de la máquina.
- Coloca cuchillas de corte transversal, este tiene que estar como lo especifica la hoja de ruta.
- Verifica la viscosidad de la tinta.
- Coloca orden.
- Ajusta el pateador de lámina.
- Ingresa bulto apilado en el Pre-alimentador.

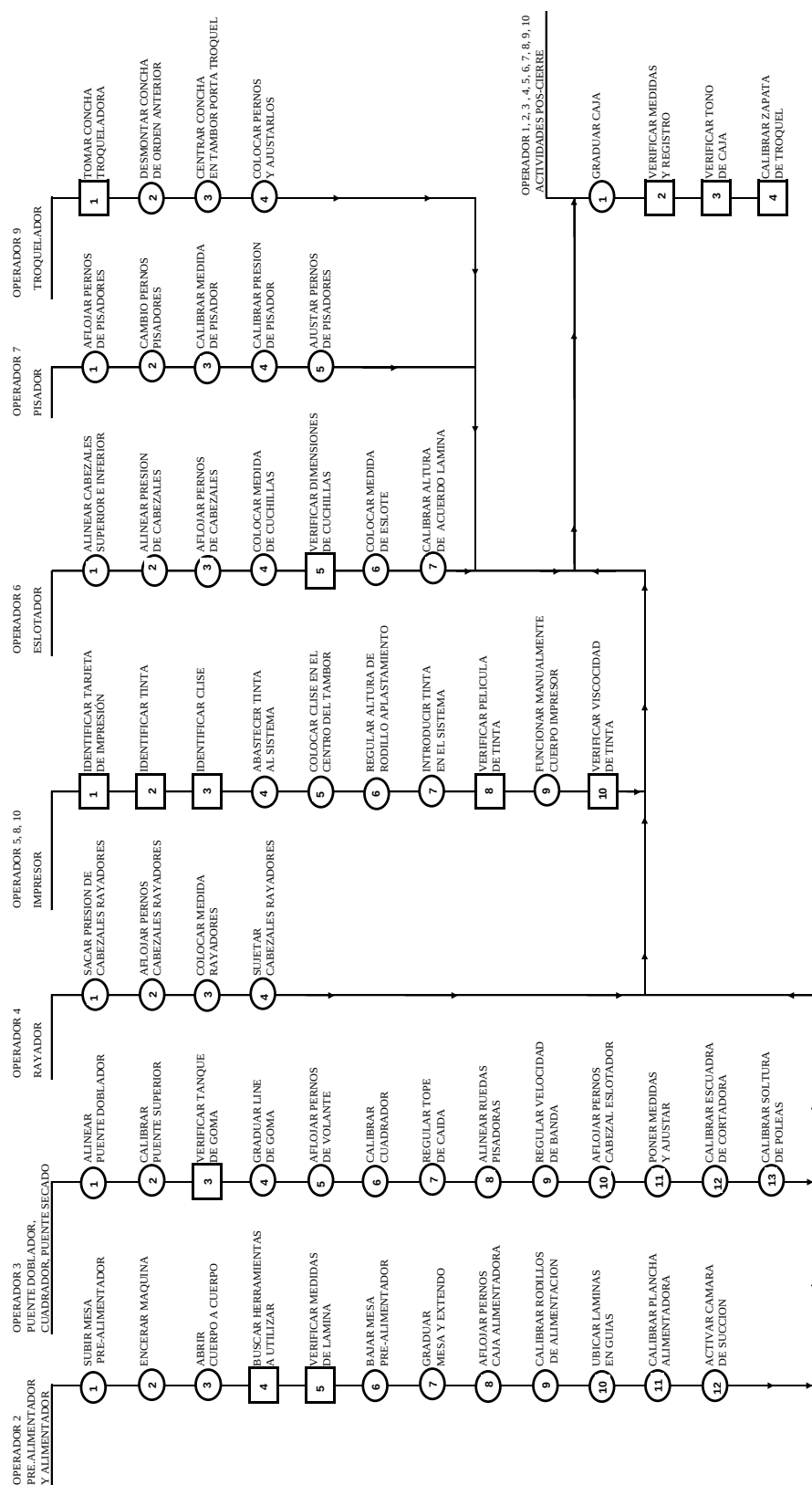


FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE OPERACION, PROCESO DE PRODUCTO FINAL

- Ingresa láminas en la alimentadora.
- Realiza prueba de impresión.
- Verifica que todas las especificaciones estén correctas.
- Procesa orden.

La imprenta denominada Kooper 5, será a la cual se realice el proceso de implantación del SMED, objeto de estudio de la presente tesis, lo que será detallado en el punto 4.2 de la tesis.

4.1.3. Equipos Existentes

A continuación se presenta la tabla 2 en la que se detalla las maquinarias y equipos que posee la planta:

TABLA 2
EQUIPOS EXISTENTES

#	EQUIPOS	CARACTERISTICAS
2	Calderos	Cleaver Brook, 600 BHP.
2	Compresores	De 400 ft.
2	Secador de aire	De 400 ft.
1	Equipo de almacenamiento	Mezclador primario y secundario, tanque de almidon de almacenamiento.
1	Dosificadora de tinta	Colorsat.
1	Corrugadora	De 87" de ancho. Cabezales de Corrugadores United sin dedos. , Cuchilla Marquip y Apilador Automático.
1	Corrugadora	De 98" de ancho. Cabezales Corrugadores Langston SF380 sin dedos, , Cuchilla Marquip y Apilador Automatico.
1	Imprenta	Simon de 24x66": 2 cuerpos con rodillos anilox de 180 celdas/in ² .
1	Imprenta	S&S de 38x92": 3 cuerpos con rodillos anilox de 180 celdas/in ² .
1	Imprenta	Ward de 66x120": 4 cuerpos con rodillos anilox de 180 celdas/in ² .
1	Imprenta	Kooper de 38x92": 1 cuerpo con rodillo anilox de 180 celdas/in ² .
2	Imprenta	Koopers de 50x105": 3 cuerpos con rodillos anilox de 180 celdas/in ² .

Paralelamente la planta cuenta con los siguientes servicios que aseguran y facilitan el proceso de producción:

- Vías de acceso que permiten el ingreso de materia prima, materiales que requiere la empresa, así como también el ingreso de los clientes.
- Provisión de energía eléctrica, se trabaja con 3 generadores de fuerza para 750 KVA cada uno a 440 Voltios.
- Instalaciones de agua potable, 2 tanques cisterna con capacidad de 250.000 galones.
- Servicio Telefónico con una red de extensiones que permite la comunicación con los diferentes departamentos
- Provisión de Diesel, 4 tanques de almacenamiento con capacidad de 80.933 galones.
- Provisión de Búnker, 3 tanques con capacidad de 77.800 galones.

4.1.4. Inputs utilizados en el Proceso de Producción

Los inputs utilizados para la elaboración de las láminas de cartón corrugado se detallan a continuación:

- Papel
- almidón

- Borax
- Soda Caústica
- Resinas
- Recubrimientos

Para el proceso del producto final son utilizados los siguientes inputs:

- Tintas
- Goma
- Clisé
- Troqueles

En la tabla 3 presentada a continuación, encontramos los proveedores más significativos:

TABLA 3

INPUTS – PROVEEDORES

INPUT	PROVEEDOR
Papel	International Paper, Papelería Nacional (PANASA), Weywerhauser,
Aditivos	Harper Love
Tintas	Willamette Industries, ACS.
Equipos	Ward Machinery, Langston, United Container Machinery, Marquip

Fuente: Revista Informativa de Procasa

4.2. Aplicación del SMED (Single Minute Exchange of Die)

La implantación de mejoras para la reducción de los tiempos de preparación en una imprenta, es el resultado de una aplicación de etapas secuenciales que conforman el SMED, tal como fue mencionado en el numeral 4.1.2, la imprenta en la cual se desarrollaran cada uno de las etapas que conforman el SMED, durante el proceso de implantación, es la imprenta Kooper 5.

La ejecución del SMED en su etapa preliminar conlleva la aplicación de herramientas ingenieriles como: estudios de tiempos, diagramas, entre otras; lo que nos permitirá conocer la situación de la empresa antes de la aplicación. En la primera etapa, realizaremos la separación de las operaciones internas de las externas, para así en sus dos últimas etapas determinar las oportunidades de mejora en la reducción de los tiempos de preparación de la imprenta.

El impacto de la implantación del SMED, generará mejoras en el método de cambio empleado paralelamente al desarrollo de las habilidades y aptitudes de los operarios que forman parte de la preparación de la imprenta.

El proceso de implantación de TPM en PROCARSA en su imprenta piloto, Kooper 5, genera la mejora de reducción de tiempos de

preparación (setup), y es en ella donde se realizará la aplicación del SMED para el cumplimiento de dicho objetivo; ante ello se forma un equipo de trabajo compuesto por los operarios y ayudantes de máquina, y demás personas inmersas en una preparación de imprenta.

4.2.1. Etapa preliminar: Estudio de las operaciones de cambio

El primer paso en la aplicación del SMED, es el conocimiento global de cada una de las actividades que se conllevan al realizar la preparación de la imprenta, es decir, las herramientas utilizadas, el método empleado, el número de operarios que participan en ellas, distancias recorridas y demás factores que se incurren al momento de la preparación de la máquina.

Para ello se comienza con el conocimiento de los tiempos incurridos en la preparación de la máquina.

Como se puede apreciar en la tabla 4, en la máquina trabajan tres turnos, cada uno de ocho horas, los cuales rotan al inicio de cada semana.

Los tiempos y porcentajes mostrados en la tabla 4 corresponden al periodo comprendido entre la semana 1 a la semana 36 del año 2005 y son detallados a partir de los turnos

existentes en la máquina, turno A, B y C: **Min/Cambio**, es el tiempo promedio de un setup; **No Cambios** representa el número de cambios (setup) realizados dentro del periodo; **Setup Min** corresponde a la suma de los tiempos incurridos en los cambios (setup) dentro del periodo.

TABLA 4

TIEMPOS DE PREPARACION
AÑO 2005, SEMANA 1 A SEMANA 36

Letra Turno	Min/Cambio	No Cambios	SETUP Min
A	39,15	159	6225
B	41,32	150	6198
C	37,85	126	4769
Totales	39,52	435	17192

Dentro de las preparaciones de máquina, existen aquellas en las que no es necesario realizar todas las actividades y operaciones, esto se debe a las características del producto que precede a la preparación de la máquina, por ejemplo: si la nueva caja va a ser producida con iguales tintas (colores) que la acabada de producir, las actividades y operaciones de cambio de tinta no son realizadas.

La aplicación e implantación del SMED afectará a todas las actividades y operaciones concernientes en un cambio completo, de esta forma la reducción de tiempos obtenida implicará a todas las preparaciones de máquina sin importar las actividades y operaciones realizadas en ella por las condiciones propias de la preparación.

Conociendo los tiempos incurridos en la preparación de la máquina antes de la implantación del SMED, se realiza una descripción detallada de los elementos, actividades y operaciones en la preparación que van hacer estudiados, lo cual es obtenido a través de la observación y filmación de la preparación de máquina lo que es corroborado con los operarios y ayudantes de la Kooper 5.

Las observaciones a realizarse deben de seguir un patrón aleatorio, para lo que nos valemos de la hoja de calculo Excel, la que permite obtener a través de su función “= Aleatorio” () números generados aleatoriamente que serán ordenados en forma ascendente. En el Apéndice B se encuentran las tablas de números aleatorios utilizadas en los estudios de tiempo y en el estudio de tiempo inicial.

El siguiente paso es determinar la frecuencia de las observaciones y el tiempo de las rondas, para ello debemos de tener presente de que la preparación de la máquina no es proceso repetitivo. Ante lo expuesto, se decidió a la hora, dividirla en intervalos fijos de 0.5 minutos, de esta forma se realizará un mayor número de observaciones en cada uno de los procesos que se incurran para el estudio de tiempo, obteniendo un total de 120 observaciones por preparación.

Definido el formato, la tabla de números de aleatorios y la frecuencia de las observaciones, se procede a registrar las observaciones en el momento en que los números aleatorios indicaban con la ayuda del cronómetro, quedando los elementos de cada una de las observaciones registrados en el formato.

Para la realización del muestreo piloto y los posteriores a este, el proceso de preparación de imprenta es dividido en sub-procesos, tomando como referencia a la preparación de imprenta realizada por cada uno de los operarios, ya que cada uno de ellos esta encargado de un Cuerpo de la Imprenta (parte de la máquina), lo que da como resultado la ejecución de varios

sub-procesos en paralelo del proceso de preparación, lo cual es presentado a continuación en la figura 4.3:

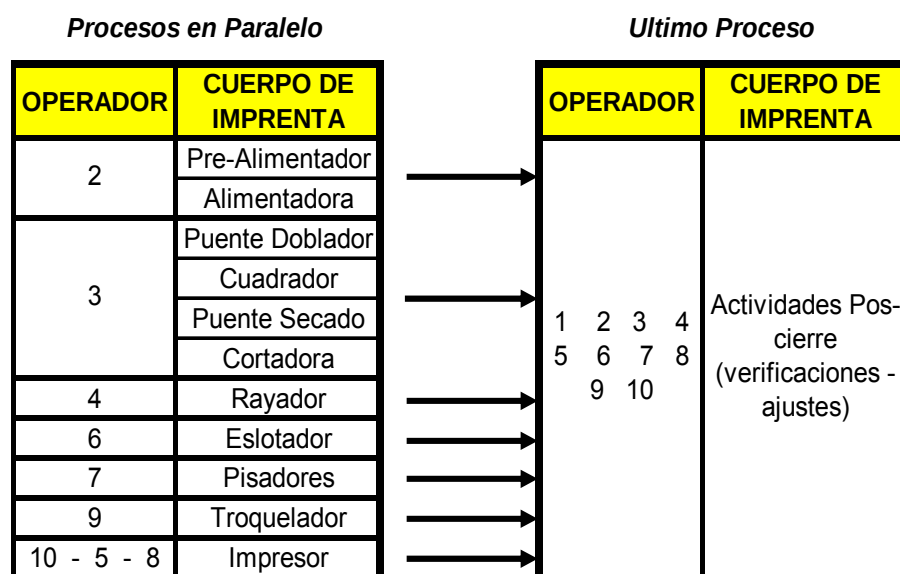


FIGURA 4.3 SUBPROCESOS EN PARALELO

Como se puede observar en la figura 4.3, realizados los sub-procesos de preparación en paralelo por los operarios de la imprenta excepto el operador 1 que es el líder de la imprenta el cual se dedica a corroborar la correcta ejecución de los procesos en paralelo, mientras que en el sub-proceso de Actividades Pos-cierre participan todos los operarios de la máquina incluyendo al líder de la misma (operador 1).

A continuación se presenta la tabla 5, Muestreo Piloto, en la cual se puede apreciar todas las actividades realizadas durante

el proceso de preparación de imprenta, las actividades se encuentran divididas por operador, por ejemplo: el primer cuadro presenta todas las actividades realizadas por el operador 2 y el cuerpo de la imprenta en la que son realizadas estas actividades, además el registro de observaciones por cada una de las actividades durante el muestreo. Bajo este esquema es presentado el resto de operarios en cada uno de los muestreos y demás tablas presentadas en el resto de la tesis.

Realizado el muestreo piloto, mostrado en la tabla 5, se obtiene el tamaño de la muestra, el cual es determinado a través de parámetros que dan confiabilidad requerida al muestreo de trabajo.

TABLA 5
MUESTREO PILOTO

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador	3
	2		Encerar la maquina	3
	3		Abrir cuerpo a cuerpo	5
	4		Buscar herramientas a utilizar	4
	5		Limpiar Pre-Alimentador	9
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta	10
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse	0
	8		Alimentación de convellos con laminas	0
	9		Bajar mesa de Pre-Alimentador	2
	10		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador	8
	11	ALIMENTADORA	Alojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás	6
	12		Alojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás	3
	13		Calibrar Rodillo de Alimentación	2
	14		Introducir laminas en las guias centrales para calibración de altura	3
	15		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)	2
	16		Ubicar guias laterales (escuadra) con el largo de la lamina	2
	17		Activar Camara de Succion de Alimentadora	0
	18		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas	2
	19		Ajustar pernos de Caja Alimentadora	5
	20		Demora personal	0
		VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	10	

TABLA 5

MUESTREO PILOTO (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VÍCTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar	6
	2		Sacar presion de rayadores de cabezales	6
	3		Aflojar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior	6
	4		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta	19
	5		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior	10
	6		Demora personal	4
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	19

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar	2
	2		Alinear cabezales superior e inferior	4
	3		Ajustar presion de cabezales rayadores	3
	4		Aflojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales	6
	5		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta	12
	6		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior	6
	7		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras	3
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con slotado	5
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas	0
	10		Colocar medidas de eslote	8
	11		Calibrar Cabezales posición Cero	5
	12		Calibrar altura de acuerdo a lámina	4
	13		Demora personal	2
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	12

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
7	1	PISADORES	Alojar pernos de pisadores	8
	2		Cambio de pernos de pisadores	0
	3		Calibrar medida de pisador	21
	4		Calibrar presión de pisador	10
	5		Ajustar pernos de pisadores	8
	6		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	21

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar	4
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	4
	3		Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	8
	4		Desmontar concha de orden anterior	19
	5		Colocar concha de la orden centrandola con respecto al tambor porta-troquel	10
	6		Colocar pernos y ajustarlos	11
	7		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	19

TABLA 5

MUESTREO PILOTO (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO (Continuación)

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONE
10 5 8	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar	0
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión	1
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta	0
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta	1
	5		Buscar tinta	0
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta	0
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión	1
	8		Buscar clise	2
	9		Abastecimiento de tinta	2
	10		Sacar tinta de sistema de tinta	3
	11		Lavar sistema de tinta	24
	12		Retirar clise de orden anterior	4
	13		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise	9
	14		Pedir cinta a Supervisor	6
	15		Sujetar clise con cinta adhesiva	6
	16		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise	4
	17		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medición de viscosidad	9
	18		Verificar película de tinta en rodillo anilox	3
	19		Buscar rascadores	0
	20		Cambio de rascadores	0
	21		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise	2
	22		Verificar viscosidad de tinta	2
	23		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza	2
	24		Demora personal	4
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	24

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)	18
	2		Verificar medidas y registro de caja graduada	8
	3		Verificar tono de caja (4 _u ó 5 _u caja)	4
	5		Calibrar zapata de troquel	5
	6		Demoras personales	0
		VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES		18

TABLA 5
MUESTREO PILOTO (Continuación)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
3	1	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al doblez de la caja	3
	2		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón	3
	3		Verificación de tanque de goma	0
	4		Buscar goma	0
	5		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina	4
	6	CUADRADOR	Aflojar pernos del volante	6
	7		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón	1
	8		Ajustar pernos del volante	2
	9		Regular tope de caída (triángulo)	1
	10	PUENTE SECADO	Buscar herramientas a utilizar	0
	11		Aflojar pernos de base del Puente de Secado	2
	12		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas	4
	13		Ajustar pernos de base del Puente de Secado	2
	14		Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado	0
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar	1
	16		Aflojar pernos de los cabezales superior e inferior	1
	17		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar	7
	18		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior	2
	19		Poner base con respecto al ancho de la lámina	2
	20		Calibrar escuadra a salida de cortadora	4
	21		Calibrar soltura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja	6
	22		Demora personal	5
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	7

Comenzaremos determinando el valor de “p” en la distribución binomial, que es el porcentaje de eventos de cualquier actividad seleccionada, expresado como fracción decimal.

Se selecciona la actividad más importante entre todos los subprocesos en paralelo y el sub-proceso de Actividades Pos-

cierre, que es 24 observaciones, actividad “Lavar sistema de tinta”, correspondiente al Cuerpo Impresor.

Para obtener el número total de observaciones se suma el sub-proceso realizado en paralelo con el mayor número de observaciones en una de sus actividades más el número de observaciones realizadas en el sub-proceso de Actividades Pos-cierre, teniendo como resultado la suma de 81 observaciones realizadas en el Cuerpo Impresor más 35 observaciones realizadas en las Actividades Pos-cierre (figura 4.3 Sub-procesos en Paralelo), dando un total de 116 observaciones (número total de observaciones para cubrir el proceso de preparación total de la imprenta), lo cual es presentado en la figura 4.4:

OPERADOR	CUERPO IMPRENTA	MUESTREO PILOTO	
		# de observaciones por operador	Tiempo por operador
2	Pre-Alimentador Alimentador	69	30 min.
3	Puente Doblador Cuadrador Puente Secado Cortadora	51	24 min.
4	Rayador	47	22 min.
6	Eslotador	58	26 min.
7	Pisador	47	22 min.
9	Troquelador	56	25 min.
10 - 5 - 8	Impresor	81	38 min.
2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 9 - 10 5 8	Pos-cierre	35	14 min.
<i>Tiempo Total por Muestreo</i>	<i>Impresor + Pos cierre</i>	<i>52 min.</i>	

FIGURA 4.4 RESUMEN MUESTREO PILOTO

Dividiendo la actividad más importante (24 observaciones) para el número total de observaciones (116 observaciones) obtenemos p , por lo que $p = 0.2068$.

Entonces,

$$p = 0.2068$$

$$1 - p = 0.7931$$

$$N = 116$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.2068(1-0.2068)}{116}}$$

$$\sigma = 0.0376$$

Para obtener el número de observaciones, N , se emplea la siguiente formula:

$$N = \frac{C^2 p(1-p)}{\sigma^2}$$

En donde C es el valor correspondiente al porcentaje de nivel de confianza requerido para nuestro estudio. Los valores de C

para determinados valores de confianza son mostrados en la tabla 6, para nuestro estudio se eligió un nivel de confianza de 95%:

TABLA 6

NIVELES DE CONFIANZA

C (+/-)	Nivel de Confianza
1	68,0%
1,645	90,0%
1,96	95,0%
2,567	99,0%

Fuente: William K. Hodson, Maynard Manual del Ingeniero Industrial, Mc Graw Hill, Mexico 1996, p. 4.49

Teniendo los valores p , C y σ calculamos el tamaño de la muestra:

$$N = \frac{(1.96)^2 0.2068(1 - 0.2068)}{0.0376^2}$$

$$N = 445.6 = 446. \text{Observaciones}$$

Conociendo el número de observaciones requeridas para el muestreo de trabajo se necesita realizar la medición de 4 preparaciones de imprenta aproximadamente, para lo cual se realizó una medición de 5 preparaciones de máquina lo que permitirá tener una mayor exactitud en los resultados alcanzados. Dos de los cinco muestreos realizados pueden ser apreciados en el Apéndice C.

Por medio del muestreo podemos apreciar que las actividades descritas responden a los de Elementos de Trabajo y demoras: Demoras Especiales (DES), Demoras Inevitables (DIN), Demoras Personales (DPE), a continuación se presenta en la tabla 7, el resumen de las observaciones correspondientes al estudio tiempo realizado, el resumen de cada una de los de Elementos de Trabajo y demoras que son las tablas 8, 9, 10 correspondientemente:

TABLA 7

RESUMEN DE OBSERVACIONES

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador	12
	2		Encerar la maquina	13
	3		Abrir cuerpo a cuerpo	18
	4		Buscar herramientas a utilizar	21
	5		Limpiar Pre-Alimentador	19
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta	28
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse	45
	8		Alimentación de convellos con laminas	44
	9		Bajar mesa de Pre-Alimentador	8
	10		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador	27
	11	ALIMENTADORA	Aflojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás	16
	12		Aflojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás	13
	13		Calibrar Rodillo de Alimentación	21
	14		Introducir laminas en las guias centrales para calibración de altura	5
	15		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)	14
	16		Ubicar guias laterales (escuadra) con el largo de la lamina	13
	17		Activar Camara de Succion de Alimentadora	1
	18		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas	17
	19		Ajustar pernos de Caja Alimentadora	14
	20		Demora personal	9
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	45

TABLA 7
RESUMEN DE OBSERVACIONES (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar	35
	2		Sacar presion de rayadores de cabezales	31
	3		Aflojar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior	33
	4		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta	109
	5		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior	49
	6		Demora personal	11
			VALOR MAXIMO DE No.OBSERVACIONES	109

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar	10
	2		Alinear cabezales superior e inferior	22
	3		Ajustar presion de cabezales rayadores	14
	4		Aflojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales	30
	5		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta	67
	6		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior	26
	7		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras	42
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con slotado	22
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas	12
	10		Colocar medidas de eslote	43
	11		Calibrar Cabezales posición Cero	36
	12		Calibrar altura de acuerdo a lámina	29
	13		Demora personal	14
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	67

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
7	1	PISADORES	Aflojar pernos de pisadores	60
	2		Cambio de pernos de pisadores	15
	3		Calibrar medida de pisador	121
	4		Calibrar presión de pisador	66
	5		Ajustar pernos de pisadores	52
	6		Demora personal	3
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	121

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar	30
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	34
	3		Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	42
	4		Desmontar concha de orden anterior	69
	5		Colocar concha de la orden centrandola con respecto al tambor porta-troquel	59
	6		Colocar pernos y ajustarlos	65
	7		Demora personal	12
			VALOR MAXIMO DE No. OBSERVACIONES	69

TABLA 7
RESUMEN DE OBSERVACIONES (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
10 5 8	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar	8
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión	8
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta	5
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta	6
	5		Buscar tinta	16
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta	0
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión	6
	8		Buscar clise	5
	9		Abastecimiento de tinta	9
	10		Sacar tinta de sistema de tinta	12
	11		Lavar sistema de tinta	67
	12		Retirar clise de orden anterior	26
	13		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise	57
	14		Pedir cinta a Supervisor	21
	15		Sujetar clise con cinta adhesiva	35
	16		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise	34
	17		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medición de viscosidad	26
	18		Verificar película de tinta en rodillo anilox	9
	19		Buscar rascadores	22
	20		Cambio de rascadores	31
	21		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise	9
	22		Verificar viscosidad de tinta	5
	23		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza	12
	24		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	67

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)	72
	2		Verificar medidas y registro de caja graduada	48
	3		Verificar tono de caja (4 _{ta} ó 5 _{ta} caja)	26
	5		Calibrar zapata de troquel	32
	6		Demoras personales	0
	VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES			72

TABLA 7
RESUMEN DE OBSERVACIONES (Continuación)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
3	1	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al dobléz de la caja	13
	2		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón	8
	3		Verificación de tanque de goma	14
	4		Buscar goma	0
	5		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina	23
	6	CUADRADOR	Aflojar pernos del volante	8
	7		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón	0
	8		Ajustar pernos del volante	16
	9		Regular tope de caída (triángulo)	6
	10	PUENTE SECADO	Buscar herramientas a utilizar	21
	11		Aflojar pernos de base del Puente de Secado	14
	12		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas	11
	13		Ajustar pernos de base del Puente de Secado	9
	14		Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado	0
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar	0
	16		Aflojar pernos de los cabezales superior e inferior	19
	17		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar	37
	18		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior	17
	19		Poner base con respecto al ancho de la lámina	12
	20		Calibrar escuadra a salida de cortadora	13
	21		Calibrar soltura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja	17
	22		Demora personal	10
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	37

TABLA 8
ELEMENTOS DE TRABAJO

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
2	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador
		Encerar la maquina
		Abrir cuerpo a cuerpo
		Bajar mesa de Pre-Alimentador
		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador
	ALIMENTADORA	Aflojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás
		Aflojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás
		Calibrar Rodillo de Alimentación
		Introducir laminas en las guías centrales para calibración de altura
		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)
		Ubicar guías laterales (escuadra) con el largo de la lamina
		Activar Camara de Succion de Alimentadora
		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas
		Ajustar pernos de Caja Alimentadora

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
3	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al doblez de la caja
		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón
		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina
	CUADRADOR	Aflojar pernos del volante
		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón
		Ajustar pernos del volante
	PUENTE SECADO	Regular tope de caída (triángulo)
		Aflojar pernos de base del Puente de Secado
		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas
		Ajustar pernos de base del Puente de Secado
	CORTADORA	Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado
		Aflojar pernos de los cabezales superior e inferior
		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar
		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior
		Poner base con respecto al ancho de la lámina
		Calibrar escuadra a salida de cortadora
		Calibrar soldadura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
4	RAYADOR	Sacar presion de rayadores de cabezales
		Aflojar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior
		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta
		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior

TABLA 8
ELEMENTOS DE TRABAJO (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO (Continuación)

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
6	ESLOTADOR	Alinear cabezales superior e inferior
		Ajustar presión de cabezales rayadores
		Aflojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales
		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta
		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior
		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras
		Colocar medidas de eslate
		Calibrar Cabezales posición Cero
		Calibrar altura de acuerdo a lámina

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
7	PISADORES	Aflojar pernos de pisadores
		Calibrar medida de pisador
		Calibrar presión de pisador
		Ajustar pernos de pisadores

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
9	TROQUELADOR	Desmontar concha de orden anterior
		Colocar concha de la orden centrándola con respecto al tambor porta-troquel
		Colocar pernos y ajustarlos

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
10 5 8	CUERPO IMPRESOR	Sacar tinta de sistema de tinta
		Lavar sistema de tinta
		Retirar clise de orden anterior
		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise
		Sujetar clise con cinta adhesiva
		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise
		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medición de viscosidad
		Verificar película de tinta en rodillo anilox
		Cambio de rascadores
		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
1-2-3-4-5-6 -7-8-9-10	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)
		Calibrar zapata de troquel

TABLA 9
DEMORAS ESPECIALES

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
2	PRE-ALIMENTADOR	Buscar herramientas a utilizar
		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta
		Buscar láminas de orden de producción a producirse
		Alimentación de convellos con laminas

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
3	PUENTE DOBLADOR	Verificación de tanque de goma
		Buscar goma
	PUENTE SECADO	Buscar herramientas a utilizar
	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
4	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
6	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar
		Verificar dimensiones de cuchillas de eslotado con slotado
		Buscar cuchillas con dimensiones correctas

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
9	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar
		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
10 5 8	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar
		Identificación de Tarjeta de Impresión
		Buscar Tarjeta de Impresión correcta
		Identificación de tinta con Hoja de Ruta
		Buscar tinta
		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta
		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión
		Buscar clise
		Abastecimiento de tinta
		Pedir cinta a Supervisor
		Buscar rascadores
		Verificar viscosidad de tinta
		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza

TABLA 10
DEMORAS INEVITABLES

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
2	PRE-ALIMENTADOR	Limpiar Pre-Alimentador

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
7	PISADORES	Cambio de pernos de pisadores

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
9	TROQUELADOR	Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta

OPERADOR	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	POS-CIERRE DE MAQUINA	Verificar medidas y registro de caja graduada
		Verificar tono de caja (4 ^{ta} ó 5 ^{ta} caja)

La única Demora Personal que se registro es la existe con el mismo nombre.

En la tabla 11, Resumen de las observaciones, mostrada a continuación se detalla las observaciones obtenidas en los 5 estudios de muestreo, en donde T significa Elemento de Trabajo.

El siguiente paso es el cálculo de el tiempo estándar del proceso de preparación de la imprenta, en el que son considerados los tiempos incurridos en los elementos de trabajo, demoras especiales, demoras inevitables y personales,

y las tolerancias por NPDF (tolerancias por necesidades personales, fatiga y demoras varias).

TABLA 11
RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador	T	12
	2		Encerar la maquina	T	13
	3		Abrir cuerpo a cuerpo	T	18
	4		Buscar herramientas a utilizar	DES	21
	5		Limpiar Pre-Alimentador	DIN	19
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta	DES	28
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse	DES	45
	8		Alimentación de convellos con laminas	DES	44
	9		Bajar mesa de Pre-Alimentador	T	8
	10		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador	T	27
	11	ALIMENTADORA	Alojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás	T	16
	12		Alojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás	T	13
	13		Calibrar Rodillo de Alimentación	T	21
	14		Introducir laminas en las guias centrales para calibración de altura	T	5
	15		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)	T	14
	16		Ubicar guias laterales (escuadra) con el largo de la lamina	T	13
	17		Activar Camara de Succion de Alimentadora	T	1
	18		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas	T	17
	19		Ajustar pernos de Caja Alimentadora	T	14
	20		Demora personal	DPE	9

TABLA 11
RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO (Continuación)

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	35
	2		Sacar presión de rayadores de cabezales	T	31
	3		Aflojar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior	T	33
	4		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta	T	109
	5		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior	T	49
	6		Demora personal	DPE	11

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	10
	2		Alinear cabezales superior e inferior	T	22
	3		Ajustar presión de cabezales rayadores	T	14
	4		Aflojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales	T	30
	5		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta	T	67
	6		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior	T	26
	7		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras	T	42
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con slotado	DES	22
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas	DES	12
	10		Colocar medidas de eslote	T	43
	11		Calibrar Cabezales posición Cero	T	36
	12		Calibrar altura de acuerdo a lámina	T	29
	13		Demora personal	DPE	14

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
7	1	PISADORES	Aflojar pernos de pisadores	T	60
	2		Cambio de pernos de pisadores	DIN	15
	3		Calibrar medida de pisador	T	121
	4		Calibrar presión de pisador	T	66
	5		Ajustar pernos de pisadores	T	52
	6		Demora personal	DPE	3

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	30
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	DES	34
	3		Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	DIN	42
	4		Desmontar concha de orden anterior	T	69
	5		Colocar concha de la orden centrandola con respecto al tambor porta-troquel	T	59
	6		Colocar pernos y ajustarlos	T	65
	7		Demora personal	DPE	12

TABLA 11
RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO (Continuación)

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
10 5 8	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	8
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión	DES	8
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta	DES	5
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta	DES	6
	5		Buscar tinta	DES	16
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta	DES	0
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión	DES	6
	8		Buscar clise	DES	5
	9		Abastecimiento de tinta	DES	9
	10		Sacar tinta de sistema de tinta	T	12
	11		Lavar sistema de tinta	T	67
	12		Retirar clise de orden anterior	T	26
	13		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise	T	57
	14		Pedir cinta a Supervisor	DES	21
	15		Sujetar clise con cinta adhesiva	T	35
	16		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise	T	34
	17		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medición de viscosidad	T	26
	18		Verificar película de tinta en rodillo anilox	T	9
	19		Buscar rascadores	DES	22
	20		Cambio de rascadores	T	31
	21		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise	T	9
	22		Verificar viscosidad de tinta	DES	5
	23		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza	DES	12
	24		Demora personal	DPE	0

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	1	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)	T	72
	2		Verificar medidas y registro de caja graduada	DIN	48
	3		Verificar tono de caja (4 _u ó 5 _u caja)	DIN	26
	5		Calibrar zapata de troquel	T	32
	6		Demoras personales	DPE	0

TABLA 11

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES (Continuación)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES
3	1	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al doblez de la caja	T	13
	2		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón	T	8
	3		Verificación de tanque de goma	DES	14
	4		Buscar goma	DES	0
	5		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina	T	23
	6	CUADRADOR	Alojar pernos del volante	T	8
	7		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón	T	0
	8		Ajustar pernos del volante	T	16
	9	PUENTE SECADO	Regular tope de caída (triángulo)	T	6
	10		Buscar herramientas a utilizar	DES	21
	11		Alojar pernos de base del Puente de Secado	T	14
	12		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas	T	11
	13		Ajustar pernos de base del Puente de Secado	T	9
	14		Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado	T	0
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar	DES	0
	16		Alojar pernos de los cabezales superior e inferior	T	19
	17		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar	T	37
	18		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior	T	17
	19		Poner base con respecto al ancho de la lámina	T	12
	20		Calibrar escuadra a salida de cortadora	T	13
	21		Calibrar soldadura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja	T	17
	22		Demora personal	DPE	10

El cálculo de las tolerancias NPDF, comienza con la suma de las observaciones correspondientes a cada una de las actividades en cada uno de los sub-procesos del proceso de preparación; para así poder calcular el porcentaje de cada categoría con respecto al total de las observaciones por sub-proceso, estos porcentajes son multiplicados por el tiempo total de cada sub-proceso en el estudio, lo expuesto anteriormente es ejemplarizado mas adelante al momento del cálculo de las tolerancias. Como podemos apreciar en el Apéndice D, el

tiempo total del estudio es la suma de los tiempos en los Cuerpos Impresores (sub-proceso en paralelo con el mayor número de observaciones y tiempo registrado) más los tiempos en las Actividades Pos-cierre.

Lo antes mencionado acerca del tiempo total del estudio es detallado en la figura 4.5 mostrada a continuación:

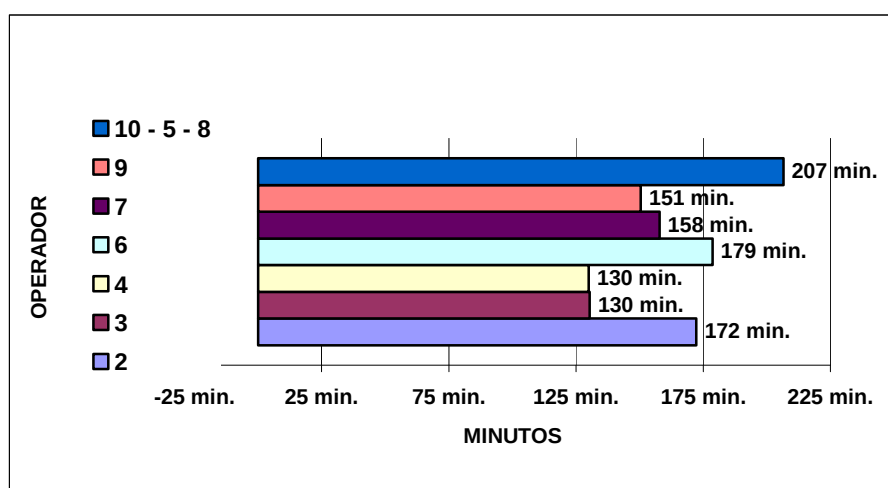


FIGURA 4.5 RESUMEN DE TIEMPO POR SUB-PROCESOS EN PARALELO

Como podemos observar, el sub-proceso en paralelo que mayor tiempo acumuló durante el estudio es el ejecutado por los operarios 10, 5 y 8 correspondientes al Cuerpo Impresor de la imprenta, que es de 207 min., este tiempo mas el tiempo acumulado durante las Actividades Pos-cierre, 79 minutos, determinan el tiempo total del estudio efectuado:

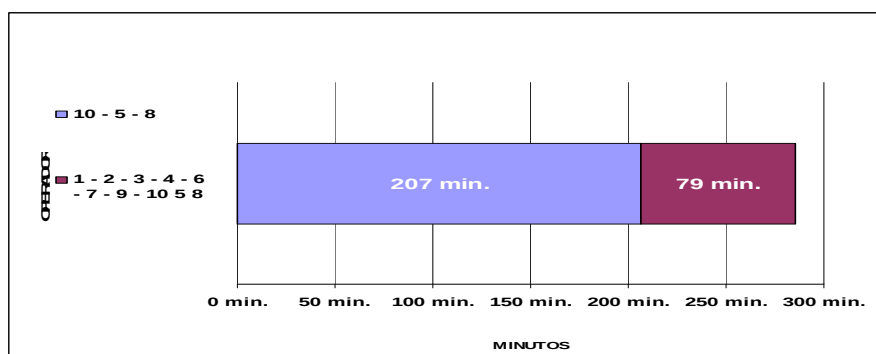


FIGURA 4.6 RESUMEN DE TIEMPO TOTAL – ESTUDIO DE TIEMPO

La tabla 12 mostrada, Resumen de eliminación de desperdicios, detalla los resultados obtenidos de las categorías durante el estudio en cada uno de los cuerpos que forman la impresora. Con los resultados de las categorías, procedemos a realizar el cálculo de las tolerancias de las demoras (DES, DIN, DPE) con respecto al tiempo incurrido en elementos de trabajo (T), tomaremos como referencia el sub-proceso Cuerpo Impresor.

TABLA 12

RESUMEN DE ELIMINACION DE DESPERDICIO

RESUMEN DEL ESTUDIO - CUERPO PRE ALIMENTADOR Y ALIMENTADOR			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	192	53,63%	92 min.
Demoras Especiales	138	38,55%	66 min.
Demoras Inevitables	19	5,31%	9 min.
Demoras Personales	9	2,51%	4 min.
Total	358	100,00%	172 min.

TABLA 12
RESUMEN DE ELIMINACION DE DESPERDICIO
(Continuación)

RESUMEN DEL ESTUDIO - CUERPO PUENTE DOBLADOR, CUADRADOR, PUENTE DE SECADO, CORTADORA			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	223	83,21%	108 min.
Demoras Especiales	35	13,06%	17 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	10	3,73%	5 min.
Total	268	100,00%	130 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO - CUERPO RAYADOR			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	222	82,84%	108 min.
Demoras Especiales	35	13,06%	17 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	11	4,10%	5 min.
Total	268	100,00%	130 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO - CUERPO ESLOTADOR			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	309	84,20%	150 min.
Demoras Especiales	44	11,99%	21 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	14	3,81%	7 min.
Total	367	100,00%	179 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO - CUERPO PISADOR			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	299	94,32%	149 min.
Demoras Especiales	0	0,00%	0 min.
Demoras Inevitables	15	4,73%	7 min.
Demoras Personales	3	0,95%	1 min.
Total	317	100,00%	158 min.

TABLA 12
RESUMEN DE ELIMINACION DE DESPERDICIO
(Continuación)

RESUMEN DEL ESTUDIO - CUERPO TROQUELADOR			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	193	62,06%	93 min.
Demoras Especiales	64	20,58%	31 min.
Demoras Inevitables	42	13,50%	20 min.
Demoras Personales	12	3,86%	6 min.
Total	311	100,00%	151 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO - CUERPO IMPRESOR			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	306	71,33%	147 min.
Demoras Especiales	123	28,67%	59 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	0	0,00%	0 min.
Total	429	100,00%	207 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO - POS CIERRE DE MAQUINA			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	104	58,43%	46 min.
Demoras Especiales	0	0,00%	0 min.
Demoras Inevitables	74	41,57%	33 min.
Demoras Personales	0	0,00%	0 min.
Total	178	100,00%	79 min.

Entonces,

$$1. Demoras.especiales = \frac{59}{147} * 100 = 40.20\%$$

$$2. Demoras.inevitables = \frac{0}{147} * 100 = 0.0\%$$

$$3.Demoras.personales = \frac{0}{147} * 100 = 0.0\%$$

Explicando lo anteriormente calculado, tomaremos como ejemplo los Elementos de Trabajo, de los que tenemos un total de 306 observaciones, las que representan el 71.33% del total de las observaciones del Cuerpo Impresor que son 429; estas 306 observaciones correspondientes a los Elementos de Trabajo son 147 minutos de muestreo, de igual manera es calculado las demoras, de lo que tenemos que las Demoras Especiales representan 59 minutos, Demoras Inevitables 0 minutos y de igual manera las Demoras Personales. Por lo que al dividir el tiempo incurrido en cada una de las demoras para el tiempo total de los Elementos de Trabajo, tenemos los porcentajes obtenidos anteriormente, Demoras especiales 40.20%, Demoras Inevitables 0%, Demoras personales 0%.

La última tolerancia calculada es por fatiga, para el cálculo de la misma usamos la siguiente formula:

$$\% fatiga = \left(\frac{O * L}{N * S} - 1 \right) * 100$$

Teniendo como:

O= Tiempo de todos los elementos de trabajo

L= Factor de nivelación del desempeño

N= Numero de productos

S= Tiempo nivelado por pieza

El factor de nivelación del desempeño, L, es determinado a través de la tabla de valoración de desempeño, mostrada en el Manual del Ingeniero Industrial que se expone a continuación [7].

TABLA 13

VALORACION DE DESEMPEÑO

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	SUPER-HABILIDAD	0,13	A1	EXCESIVO
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	EXCELENTE	0,10	B1	EXCELENTE
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	BUENA	0,05	C1	BUENO
0,03	C2		0,02	C2	
0,00	D	PROMEDIO	0,00	D	PROMEDIO
-0,05	E1	REGULAR	-0,04	E1	REGULAR
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	POBRE	-0,12	F1	POBRE
-0,22	F2		-0,17	F2	

Fuente: William K. Hodson, Maynard Manual del Ingeniero Industrial, Mc Graw Hill, Mexico 1996, p. 4.31

Con la tabla 13 de Valoración del Desempeño calculamos el valor de L, el cual es el resultado de 1 más la suma algebraica de los dos valores seleccionados de la tabla 13. Para nuestro estudio se selecciono una habilidad buena de C1 y un esfuerzo bueno de C2 para cada uno de los sub-procesos.

Entonces tenemos que para el sub-proceso Cuerpo Pre-alimentador:

O= 172 min.

L= 1.08

N= 5 preparaciones

S= 35 min. (estimados)

Por lo tanto:

$$\% \text{ fatiga} = \left(\frac{172 * 1.08}{5 * 35} - 1 \right) * 100 = 6.29\%$$

Los resultados obtenidos en el estudio de tiempo son presentados en la tabla 14, a continuación:

TABLA 14

ESTUDIO DE TIEMPOS TOLERANCIAS POR NPDP Y TIEMPO ESTANDAR

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	172.2	No. PREPARACIONES:	5
TOTAL DE OBSERVACIONES:	358	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador	T	12	3,35%	6 min.	1,15 min.
	2		Encerar la maquina	T	13	3,63%	6 min.	1,25 min.
	3		Abrir cuerpo a cuerpo	T	18	5,03%	9 min.	1,73 min.
	4		Buscar herramientas a utilizar	DES	21	5,87%	10 min.	2,02 min.
	5		Limpiar Pre-Alimentador	DIN	19	5,31%	9 min.	1,83 min.
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta	DES	28	7,82%	13 min.	2,69 min.
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse	DES	45	12,57%	22 min.	4,33 min.
	8		Alimentación de convellos con laminas	DES	44	12,29%	21 min.	4,23 min.
	9		Bajar mesa de Pre-Alimentador	T	8	2,23%	4 min.	0,77 min.
	10		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador	T	27	7,54%	13 min.	2,60 min.
	11	ALIMENTADORA	Alojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás	T	16	4,47%	8 min.	1,54 min.
	12		Alojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás	T	13	3,63%	6 min.	1,25 min.
	13		Calibrar Rodillo de Alimentación	T	21	5,87%	10 min.	2,02 min.
	14		Introducir laminas en las guías centrales para calibración de altura	T	5	1,40%	2 min.	0,48 min.
	15		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)	T	14	3,91%	7 min.	1,35 min.
	16		Ubicar guías laterales (escuadra) con el largo de la lámina	T	13	3,63%	6 min.	1,25 min.
	17		Activar Camara de Succión de Alimentadora	T	1	0,28%	0 min.	0,10 min.
	18		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas	T	17	4,75%	8 min.	1,64 min.
	19		Ajustar pernos de Caja Alimentadora	T	14	3,91%	7 min.	1,35 min.
	20		Demora personal	DPE	9	2,51%	04,3 min.	00,9 min.
TOTAL					358	100,00%	172 min.	34,45 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	192	53,63%	92 min.
Demoras Especiales	138	38,55%	66 min.
Demoras Inevitables	19	5,31%	9 min.
Demoras Personales	9	2,51%	4 min.
Total	358	100,00%	172 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDP	
Demoras Especiales	71,88%
Demoras Inevitables	9,90%
Demoras Personales	4,69%
Fatiga	6,29%
Tolerancias por NPDP	92,75%
Tiempo Estandar	35,61

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	0,0	No. PREPARACIONES:	5
TOTAL DE OBSERVACIONES:	0	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	35	13,06%	17 min.	3,40 min.
	2		Sacar presion de rayadores de cabezales	T	31	11,57%	15 min.	3,01 min.
	3		Afijar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior	T	33	12,31%	16 min.	3,20 min.
	4		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta	T	109	40,67%	53 min.	10,58 min.
	5		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior	T	49	18,28%	24 min.	4,75 min.
	6		Demora personal	DPE	11	4,10%	05,3 min.	01,1 min.
TOTAL					268	100,00%	130 min.	26,01 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	222	82,84%	108 min.
Demoras Especiales	35	13,06%	17 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	11	4,10%	5 min.
Total	268	100,00%	130 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDP	
Demoras Especiales	15,77%
Demoras Inevitables	0,00%
Demoras Personales	4,95%
Fatiga	12,34%
Tolerancias por NPDP	33,06%
Tiempo Estandar	28,66

TABLA 14

ESTUDIO DE TIEMPOS TOLERANCIAS POR NPDF Y TIEMPO ESTANDAR

Continuación

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	130,3	No. PREPARACIONES:	5
TOTAL DE OBSERVACIONES:	268	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
3	1	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al doblez de la caja	T	13	4,85%	6 min.	1,26 min.
	2		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón	T	8	2,99%	4 min.	0,78 min.
	3		Verificación de tanque de goma	DES	14	5,22%	7 min.	1,36 min.
	4		Buscar goma	DES	0	0,00%	0 min.	0,00 min.
	5		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina	T	23	8,58%	11 min.	2,24 min.
	6	CUADRADOR	Afiojar pernos del volante	T	8	2,99%	4 min.	0,78 min.
	7		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón	T	0	0,00%	0 min.	0,00 min.
	8		Ajustar pernos del volante	T	16	5,97%	8 min.	1,56 min.
	9	PUENTE SECADO	Regular tope de caída (triángulo)	T	6	2,24%	3 min.	0,58 min.
	10		Buscar herramientas a utilizar	DES	21	7,84%	10 min.	2,04 min.
	11		Afiojar pernos de base del Puente de Secado	T	14	5,22%	7 min.	1,36 min.
	12		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas	T	11	4,10%	5 min.	1,07 min.
	13		Ajustar pernos de base del Puente de Secado	T	9	3,36%	4 min.	0,88 min.
	14		Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado	T	0	0,00%	0 min.	0,00 min.
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar	DES	0	0,00%	0 min.	0,00 min.
	16		Afiojar pernos de los cabezales superior e inferior	T	19	7,09%	9 min.	1,85 min.
	17		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar	T	37	13,81%	18 min.	3,60 min.
	18		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior	T	17	6,34%	8 min.	1,65 min.
	19		Poner base con respecto al ancho de la lámina	T	12	4,48%	6 min.	1,17 min.
	20		Calibrar escuadra a salida de cortadora	T	13	4,85%	6 min.	1,26 min.
	21		Calibrar soltura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja	T	17	6,34%	8 min.	1,65 min.
	22		Demora personal	DPE	10	3,73%	04,9 min.	01,0 min.
TOTAL					268	100,00%	130 min.	26,06 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	223	83,21%	108 min.
Demoras Especiales	35	13,06%	17 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	10	3,73%	5 min.
Total	268	100,00%	130 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDF	
Demoras Especiales	15,70%
Demoras Inevitables	0,00%
Demoras Personales	4,48%
Fatiga	12,60%
Tolerancias por NPDF	32,78%
Tiempo Estandar	28,80

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	0,0	No. PREPARACIONES:	5
TOTAL DE OBSERVACIONES:	0	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
7	1	PISADORES	Afiojar pernos de pisadores	T	60	18,93%	30 min.	5,98 min.
	2		Cambio de pernos de pisadores	DIN	15	4,73%	7 min.	1,49 min.
	3		Calibrar medida de pisador	T	121	38,17%	60 min.	12,05 min.
	4		Calibrar presión de pisador	T	66	20,82%	33 min.	6,57 min.
	5		Ajustar pernos de pisadores	T	52	16,40%	26 min.	5,18 min.
	6		Demora personal		3	0,95%	01,5 min.	00,3 min.
TOTAL					317	100,00%	158 min.	31,58 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	299	94,32%	149 min.
Demoras Especiales	0	0,00%	0 min.
Demoras Inevitables	15	4,73%	7 min.
Demoras Personales	3	0,95%	1 min.
Total	317	100,00%	158 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDF	
Demoras Especiales	0,00%
Demoras Inevitables	5,02%
Demoras Personales	1,00%
Fatiga	13,69%
Tolerancias por NPDF	19,71%
Tiempo Estandar	35,66

TABLA 14

ESTUDIO DE TIEMPOS

TOLERANCIAS POR NPDP Y TIEMPO ESTANDAR

Continuación

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	150.5	No. PREPARACIONES:	5
TOTAL DE OBSERVACIONES:	311	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	30	9,65%	15 min.	2,90 min.
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	DES	34	10,93%	16 min.	3,29 min.
	3		Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	DIN	42	13,50%	20 min.	4,07 min.
	4		Desmontar concha de orden anterior	T	69	22,19%	33 min.	6,68 min.
	5		Colocar concha de la orden centrandola con respecto al tambor porta-troquel	T	59	18,97%	29 min.	5,71 min.
	6		Colocar pernos y ajustarlos	T	65	20,90%	31 min.	6,29 min.
	7		Demora personal	DPE	12	3,86%	05,8 min.	01,2 min.
TOTAL					311	100,00%	151 min.	30,10 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	193	62,06%	93 min.
Demoras Especiales	64	20,58%	31 min.
Demoras Inevitables	42	13,50%	20 min.
Demoras Personales	12	3,86%	6 min.
Total	311	100,00%	151 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDP	
Demoras Especiales	33,16%
Demoras Inevitables	21,76%
Demoras Personales	6,22%
Fatiga	8,37%
Tolerancias por NPDP	69,51%
Tiempo Estandar	31,67

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	0,0	No. PREPARACIONES:	0
TOTAL DE OBSERVACIONES:	0	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	10	2,72%	5 min.	0,97 min.
	2		Alinear cabezales superior e inferior	T	22	5,99%	11 min.	2,14 min.
	3		Ajustar presion de cabezales rayadores	T	14	3,81%	7 min.	1,36 min.
	4		Alojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales	T	30	8,17%	15 min.	2,92 min.
	5		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta	T	67	18,26%	33 min.	6,53 min.
	6		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior	T	26	7,08%	13 min.	2,53 min.
	7		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras	T	42	11,44%	20 min.	4,09 min.
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con slotado	DES	22	5,99%	11 min.	2,14 min.
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas	DES	12	3,27%	6 min.	1,17 min.
	10		Colocar medidas de eslote	T	43	11,72%	21 min.	4,19 min.
	11		Calibrar Cabezales posición Cero	T	36	9,81%	18 min.	3,51 min.
	12		Calibrar altura de acuerdo a lámina	T	29	7,90%	14 min.	2,82 min.
	13		Demora personal	DPE	14	3,81%	06,8 min.	01,4 min.
TOTAL					367	100,00%	179 min.	35,75 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	309	84,20%	150 min.
Demoras Especiales	44	11,99%	21 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	14	3,81%	7 min.
Total	367	100,00%	179 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDP	
Demoras Especiales	14,24%
Demoras Inevitables	0,00%
Demoras Personales	4,53%
Fatiga	10,31%
Tolerancias por NPDP	29,08%
Tiempo Estandar	38,85

TABLA 14

ESTUDIO DE TIEMPOS

TOLERANCIAS POR NPDP Y TIEMPO ESTANDAR

Continuación

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	206,5	No. PREPARACIONES:	5
TOTAL DE OBSERVACIONES:	429	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
10 5 8	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar	DES	8	1,86%	4 min.	0,77 min.
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión	DES	8	1,86%	4 min.	0,77 min.
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta	DES	5	1,17%	2 min.	0,48 min.
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta	DES	6	1,40%	3 min.	0,58 min.
	5		Buscar tinta	DES	16	3,73%	8 min.	1,54 min.
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta	DES	0	0,00%	0 min.	0,00 min.
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión	DES	6	1,40%	3 min.	0,58 min.
	8		Buscar clise	DES	5	1,17%	2 min.	0,48 min.
	9		Abastecimiento de tinta	DES	9	2,10%	4 min.	0,87 min.
	10		Sacar tinta de sistema de tinta	T	12	2,80%	6 min.	1,16 min.
	11		Lavar sistema de tinta	T	67	15,62%	32 min.	6,45 min.
	12		Retirar clise de orden anterior	T	26	6,06%	13 min.	2,50 min.
	13		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise	T	57	13,29%	27 min.	5,49 min.
	14		Pedir cinta a Supervisor	DES	21	4,90%	10 min.	2,02 min.
	15		Sujetar clise con cinta adhesiva	T	35	8,16%	17 min.	3,37 min.
	16		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise	T	34	7,93%	16 min.	3,27 min.
	17		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medición de viscosidad	T	26	6,06%	13 min.	2,50 min.
	18		Verificar película de tinta en rodillo anilox	T	9	2,10%	4 min.	0,87 min.
	19		Buscar rascadores	DES	22	5,13%	11 min.	2,12 min.
	20		Cambio de rascadores	T	31	7,23%	15 min.	2,98 min.
	21		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise	T	9	2,10%	4 min.	0,87 min.
	22		Verificar viscosidad de tinta	DES	5	1,17%	2 min.	0,48 min.
	23		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza	DES	12	2,80%	6 min.	1,16 min.
	24		Demora personal	DPE	0	0,00%	00,0 min.	00,0 min.
TOTAL					429	100,00%	207 min.	41,31 min.

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	306	71,33%	147 min.
Demoras Especiales	123	28,67%	59 min.
Demoras Inevitables	0	0,00%	0 min.
Demoras Personales	0	0,00%	0 min.
Total	429	100,00%	207 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDP	
Demoras Especiales	40,20%
Demoras Inevitables	0,00%
Demoras Personales	0,00%
Fatiga	11,53%
Tolerancias por NPDP	51,73%
Tiempo Estandar	44,71

FECHA:		PROCESO:	ELABORACION DE CAJAS
OBSERVADOR:	VICTOR H. OROZCO RAMIREZ	OPERACIÓN:	PREPARACION DE FLEJO
TIEMPO TOTAL:	79,1	No. PREPARACIONES:	5
TOTAL DE OBSERVACIONES:	178	FACTOR NIVELATORIO:	Habilidad (C1), Esfuerzo (C2)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	No. OBSERVACIONES	% ACTIVIDAD	TIEMPO TOTAL DE ACTIVIDAD	TIEMPO ACTIVIDAD
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)	T	72	40,45%	32 min.	6,40 min.
	2		Verificar medidas y registro de caja graduada	DIN	48	26,97%	21 min.	4,27 min.
	3		Verificar tono de caja (4u o 5u caja)	DIN	26	14,61%	12 min.	2,31 min.
	4							
	5		Calibrar zapata de troquel	T	32	17,98%	14 min.	2,84 min.
	6		Demoras personales	DPE	0	0,00%	00,0 min.	00,0 min.
TOTAL					178	100,00%	79 min.	15,82 min.
Pos								

RESUMEN DEL ESTUDIO			
CATEGORIAS	OBSERVACIONES	%	TIEMPO
Elementos de Trabajo	104	58,43%	46 min.
Demoras Especiales	0	0,00%	0 min.
Demoras Inevitables	74	41,57%	33 min.
Demoras Personales	0	0,00%	0 min.
Total	178	100,00%	79 min.

CALCULO DE TOLERANCIAS POR NPDP	
Demoras Especiales	0,00%
Demoras Inevitables	71,15%
Demoras Personales	0,00%
Fatiga	13,93%
Tolerancias por NPDP	85,08%
Tiempo Estandar	17,11

Para la determinación del tiempo estándar total del proceso de preparación de la imprenta, se suma el tiempo estándar del sub-proceso perteneciente al Cuerpo Impresor (el mayor de los tiempos estándares obtenidos de los sub-procesos en paralelo) más el tiempo estándar del sub-proceso de las Actividades Pos-cierre, obteniendo el tiempo estándar total:

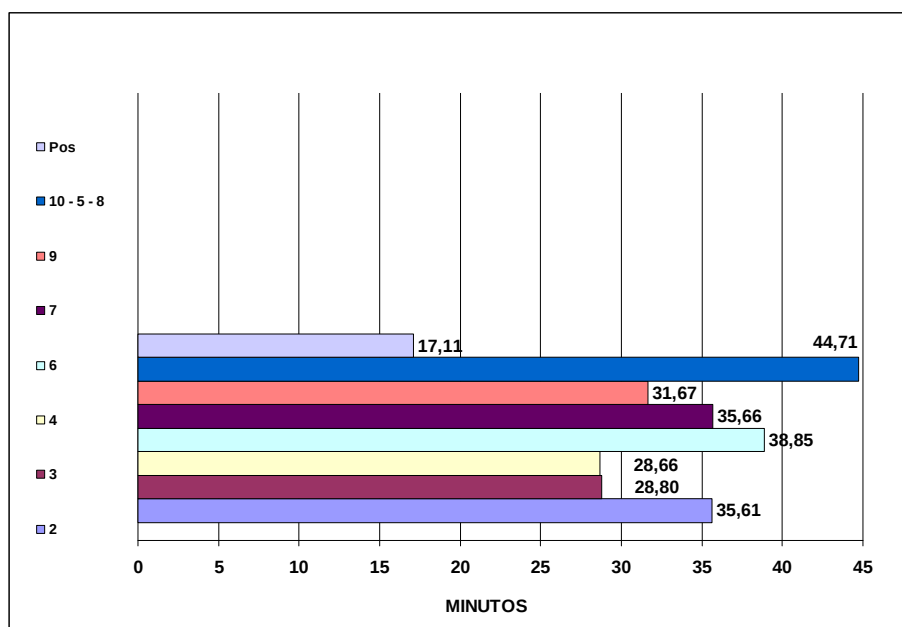


FIGURA 4.7 RESULTADOS DE TIEMPOS ESTANDARES

Tiempo estándar total = Tiempo estándar sub-proceso C. Impresor + Tiempo estándar sub-proceso Actividades Pos-cierre

*Tiempo estándar total = 44.71 min. + 17.11 min. = **61.82 min.***

Paralelamente al estudio de tiempo realizado, se efectúa la clasificación de las actividades que forman parte de la preparación de la imprenta, cuya finalidad es conocer que actividades constituyen la preparación interna y externa en el proceso de preparación de la imprenta. La clasificación es realizada a través del Gráfico de Análisis de Operaciones, el que nos permite distinguir las actividades que son consideradas elementos de trabajo, aquellas actividades que contribuyen al objetivo de la preparación; y las encasilladas en las categorías de desperdicio. La tabla 15 corresponde al Análisis de Operaciones.

En la tabla de Análisis de Operaciones, tabla 15, se puede apreciar que todas las actividades de preparación de imprenta, responden a una preparación interna; muchas de ellas pueden ser realizadas externamente.

TABLA 15
ANALISIS DE OPERACIONES

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador			
	2		Encerar la maquina			
	3		Abir cuerpo a cuerpo			
	4		Buscar herramientas a utilizar			
	5		Limpia Pre-Alimentador			
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta			
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse			
	8		Alimentación de convellos con laminas			
	9		Bajar mesa de Pre-Alimentador			
	10		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador			
	11	ALIMENTADORA	Alojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás			
	12		Alojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás			
	13		Calibrar Rodillo de Alimentación			
	14		Introducir laminas en las guías centrales para calibración de altura			
	15		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)			
	16		Ubicar guías laterales (escuadra) con el largo de la lamina			
	17		Activar Camara de Succion de Alimentadora			
	18		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas			
	19		Ajustar pernos de Caja Alimentadora			

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
3	1	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al doblez de la caja			
	2		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón			
	3		Verificación de tanque de goma			
	4		Buscar goma			
	5		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina			
	6	CUADRADOR	Alojar pernos del volante			
	7		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón			
	8		Ajustar pernos del volante			
	9	PUENTE SECADO	Regular tope de caída (triángulo)			
	10		Buscar herramientas a utilizar			
	11		Alojar pernos de base del Puente de Secado			
	12		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas			
	13		Ajustar pernos de base del Puente de Secado			
	14		Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado			
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar			
	16		Alojar pernos de los cabezales superior e inferior			
	17		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar			
	18		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior			
	19		Poner base con respecto al ancho de la lámina			
	20		Calibrar escuadra a salida de cortadora			
	21		Calibrar soltura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja			

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar			
	2		Sacar presion de rayadores de cabezales			
	3		Alojar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior			
	4		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta			
	5		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior			

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar			
	2		Alinear cabezales superior e inferior			
	3		Ajustar presion de cabezales rayadores			
	4		Alojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales			
	5		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta			
	6		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior			
	7		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras			
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslot con slotado			
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas			
	10		Colocar medidas de eslot			
	11		Calibrar Cabezales posición Cero			
	12		Calibrar altura de acuerdo a lámina			

TABLA 15
ANALISIS DE OPERACIONES (Continuación)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
7	1	PISADORES	Alojar pernos de pisadores			
	2		Cambio de pernos de pisadores			
	3		Calibrar medida de pisador			
	4		Calibrar presión de pisador			
	5		Ajustar pernos de pisadores			

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar			
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta			
	3		Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta			
	4		Desmontar concha de orden anterior			
	5		Colocar concha de la orden centrandola con respecto al tambor porta-troquel			
	6		Colocar pernos y ajustarlos			

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
1058	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar			
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión			
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta			
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta			
	5		Buscar tinta			
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta			
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión			
	8		Buscar clise			
	9		Abastecimiento de tinta			
	10		Sacar tinta de sistema de tinta			
	11		Lavar sistema de tinta			
	12		Retirar clise de orden anterior			
	13		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise			
	14		Pedir cinta a Supervisor			
	15		Sujetar clise con cinta adhesiva			
	16		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise			
	17		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medición de viscosidad			
	18		Verificar película de tinta en rodillo anilox			
	19		Buscar rascadores			
	20		Cambio de rascadores			
	21		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise			
	22		Verificar viscosidad de tinta			
	23		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza			

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	CATEGORIA		
				INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
12345678	1	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)			
	2		Verificar medidas y registro de caja graduada			
	3		Verificar tono de caja (4 _u ó 5 _u caja)			
	5		Calibrar zapata de troquel			

La tabla 15 muestra que gran parte de las operaciones realizadas de manera interna son consideradas como desperdicio, ya que estas no generan ningún valor al producto final, esto es corroborado mediante una tabla de Eliminación de Desperdicios, la cual clasifica los desperdicios de la preparación en cuatro grupos:

- *Desperdicio de Ajuste*, resulta de la falta de estandarización y puntos de referencia en la imprenta para el proceso de preparación de la misma.
- *Desperdicio de Cambio o Reemplazo*, surge de la necesidad de aflojar o apretar ítems.
- *Desperdicio de Organización*, es el resultado de los movimientos de búsqueda, transporte, ordenaciones, entre otros, generados principalmente por la mala organización y distribución del área de trabajo, todos estos le permiten al operador organizarse para la preparación a realizar.
- *Otros*, los que no encajan en ninguna de las anteriores.

La Eliminación de Desperdicios es mostrada en la tabla 16, el que permite observar además de la clasificación de los mismos, el tiempo incurrido en cada uno de ellos con su respectivo porcentaje.

Como parte del Análisis de Operaciones se elaboró un Diagrama de Flujo de Recorrido el cual es presentado en el Apéndice E, a través de este, podemos observar y analizar los desplazamientos realizados en la preparación de la imprenta.

El color de las líneas empleadas para representar los distintos desplazamientos responden a cada uno de los operarios que participan en el proceso de preparación de imprenta, y las actividades ejecutadas están representadas a través de la numeración asignada en el muestreo de trabajo. El proceso de preparación de la imprenta representado en el Apéndice E, nos demuestra los distintos cruces y pérdidas de tiempo realizados al momento de preparación debido en su gran mayoría por las actividades que pudiendo realizarse como una preparación externa son efectuadas como internas, lo que genera retrasos y contra-tiempos significativos al momento del proceso de preparación.

TABLA 16
ELIMINACION DE DESPERDICIO

CUERPO PRE-ALIMENTADOR

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar herramientas a utilizar	2,02 min.	36,03%
	Limpiar Pre-Alimentador	1,83 min.	
	Buscar láminas de orden de producción a producirse	4,33 min.	
	Alimentación de convellos con laminas	4,23 min.	
Otros	Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta	2,69 min.	7,82%
TOTAL		15,11 min.	43,85%

CUERPO IMPRESOR

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar herramientas a utilizar	0,77 min.	24,71%
	Identificación de Tarjeta de Impresión	0,77 min.	
	Buscar Tarjeta de Impresión correcta	0,48 min.	
	Identificación de tinta con Hoja de Ruta	0,58 min.	
	Buscar tinta	1,54 min.	
	Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta	0,00 min.	
	Identificación de clise con Tarjeta de Impresión	0,58 min.	
	Buscar clise	0,48 min.	
	Abastecimiento de tinta	0,87 min.	
	Pedir cinta a Supervisor	2,02 min.	
	Buscar rascadores	2,12 min.	
Otros	Verificar viscosidad de tinta	0,48 min.	3,96%
	Ubicar clise de corrida anterior para limpieza	1,16 min.	
TOTAL		11,84 min.	28,67%

CUERPO RAYADOR

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar herramientas a utilizar	3,40 min.	13,06%
TOTAL		3,40 min.	13,06%

CUERPO ESLOTADOR

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar herramientas a utilizar	0,97 min.	5,99%
	Buscar cuchillas con dimensiones correctas	1,17 min.	
Otros	Verificar dimensiones de cuchillas de eslotado con slotado	2,14 min.	5,99%
TOTAL		4,29 min.	11,99%

TABLA 16
ELIMINACION DESPERDICIO (Continuación)

CUERPO TROQUELADOR (Continuación)

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar herramientas a utilizar	2,90 min.	20,58%
	Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	3,29 min.	
Otros	Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	4,07 min.	13,50%
TOTAL		10,26 min.	34,08%

CUERPO PUENTE DOBLADOR

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar goma	0,00 min.	
Otros	Verificación de tanque de goma	1,36 min.	
TOTAL		1,36 min.	0,00%

CUERPO PUENTE SECADO

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar herramientas a utilizar	2,04 min.	
TOTAL		2,04 min.	0,00%

CUERPO CORTADORA

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Organización y Limpieza	Buscar herramientas a utilizar	0,00 min.	
TOTAL		0,00 min.	0,00%

CUERPO PISADOR

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Reemplazo	Cambio de pernos de pisadores	1,49 min.	4,73%
TOTAL		1,49 min.	4,73%

POS-CIERRE

DESPERDICIO	ACTIVIDADES	Min.	%
De Ajuste	Verificar medidas y registro de caja graduada	4,27 min.	41,57%
	Verificar tono de caja (4 _{ta} ó 5 _{ta} caja)	2,31 min.	
TOTAL		7 min.	41,57%

4.2.2. Primera Etapa: Separación de la preparación interna y externa

La separación de las actividades correspondientes a la preparación interna de la externa es uno de los pasos más importantes en la implantación del SMED. A través de ella, se logra convertir actividades que erróneamente forman parte de la preparación interna en actividades realizadas dentro de la preparación externa de la imprenta.

A continuación se analiza las actividades que forman parte de la preparación interna de la maquina:

La búsqueda de las herramientas a utilizar por parte del personal de la imprenta al momento de la preparación, es una de las actividades que con mayor frecuencia se incurre, en cada uno de los sub-procesos que forman parte del proceso de preparación de la imprenta, esto es debido por múltiples causas, las cuales acumulan tiempo en la preparación de la imprenta y a su vez la falta de ellas entorpece el desempeño del operario en la preparación de la misma:

- La mala ubicación de las herramientas utilizadas por los operarios es muchas veces producto de la ausencia de un

lugar idóneo que permita la identificación rápida de las mismas, lo que no permite llevar un control de las herramientas existentes para la máquina, ya que estas muchas veces son prestadas o tomadas por operarios de máquinas vecinas sin la autorización del operador de turno. Paralelamente la falta de las herramientas más aptas que faciliten la preparación, obligan al operador a realizar el préstamo de las mismas a operadores de máquinas vecinas que las posean.

- La mejora de una percha que permita guardar las herramientas utilizadas, con lugares fijos destinados y su respectiva identificación, eliminará el tiempo incurrido en esta actividad considerada en un principio como parte de la preparación interna, de igual manera en colaboración con los operarios de la imprenta se realizó un listado de las herramientas necesarias para la preparación de la máquina, el cual servirá como control de inventario de las herramientas dadas a los operarios.

Uno de los insumos utilizados en la elaboración del producto final (cajas de cartón corrugado) son las láminas de cartón corrugado, cada lote de láminas responde a características propias del producto final, por ejemplo las dimensiones de las

láminas, el test, los rayados de corrugadora. ***La verificación de estas características de las láminas con la Hoja de Ruta***, es otra de las actividades que erróneamente forman parte de la preparación interna, esta actividad genera una pérdida de tiempo que puede ser en algunas ocasiones considerable, ya que si esta es realizada como una actividad de preparación interna no le permitirá al operador realizar rectificaciones a tiempo en caso de ser necesario, incurriendo en las actividades siguientes:

- Verificar medidas de lámina acorde con Hojas de Ruta (Cuerpo Pre-Alimentador, Impresor, Pisador, Eslotador, Troquelador Cortador)
- Buscar láminas de orden de producción a producirse (Cuerpo Pre-Alimentador)
- Alimentación de rieles (Cuerpo Pre-Alimentador)
- Buscar cuchillas con dimensiones correctas (Cuerpo Eslotador)
- Buscar concha troqueladora acorde con la Hoja de Ruta (Cuerpo Troquelador)

Las actividades antes mencionadas son realizadas erróneamente en el proceso de preparación interna de la

imprensa y dependen de una manera directa de la actividad ***Verificación de medidas de láminas***, afectando a todos los sub-procesos de preparación de la imprenta, las cuales serían evitadas si la verificación de las características de las láminas fuese realizada en el proceso de preparación externa.

Buscar láminas de producción a producirse y Alimentación de convellos son actividades que retrasan y afectan significativamente a todo el proceso preparación de la imprenta si son realizadas como parte de la preparación interna, ya que sin la identificación de las láminas corrugadas a producirse no se puede verificar y tomar las debidas acciones para la realización del proceso de preparación.

La Verificación del tanque de goma y buscar goma, es una actividad que consiste en medir la cantidad de goma existente en el tanque que alimenta a la imprenta al momento de impresión, su verificación es importante ya que sin un nivel de goma adecuado se obtendría cajas con defectos críticos que incurrirían en un re-proceso, esta es una actividad que debe formar parte del proceso externo de preparación de imprenta.

Verificar dimensiones de cuchillas de eslote, determina que la dimensión del corte en los paneles de la caja sea la más

adecuada permitiendo su correcto armado y función-habilidad, es una actividad realizada dentro de la preparación interna que al momento del Sub-Proceso de Eslotado retrasa considerablemente cuando las cuchillas no son las más aptas para las dimensiones de eslote requerido.

Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta, a pesar de la existencia de una percha para el aprovisionamiento temporal de las conchas troqueladoras (la concha troqueladora, es una semi-luna de madera sobre la cual son colocadas las cuchillas que realizan las perforaciones de las cajas) hacer usadas en el día por las imprentas, las conchas troqueladoras no se encuentran en el lugar antes mencionado debido muchas veces al mantenimiento al que tienen que ser sometidas, lo cual genera una pérdida de tiempo al momento del proceso de preparación de la imprenta, más aun siendo realizada esta actividad esta actividad como parte de la preparación interna.

Identificación de tarjeta de impresión, Buscar tarjeta de impresión son actividades realizadas en el proceso de preparación interna que retrasan el proceso de preparación de la imprenta, ya que a partir de ellas son realizadas otras actividades como la ***Identificación de tinta, Elaboración de la***

tinta si fuese necesario, la **Identificación del clise y la Búsqueda del clise**, son actividades que deben de ser realizadas dentro de la preparación externa de la imprenta, con lo cual no solo se afectará al tiempo de preparación, reduciéndolo, sino también que también la flexibilidad y orden en el proceso de preparación incrementará.

En la tabla 17 se presenta un resumen de las actividades internas que serán convertidas en actividades externas durante el proceso de implantación del SMED, agrupadas a cada uno de los subprocesos correspondientes.

TABLA 17

ACTIVIDADES INTERNAS A EXTERNAS

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Buscar herramientas a utilizar
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse
	8		Alimentación de convellos con láminas

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
3	1	PUENTE DOBLADOR	Verificación de tanque de goma
	4		Buscar goma
	10	PUENTE SECADO	Buscar herramientas a utilizar
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar

TABLA 17

ACTIVIDADES INTERNAS A EXTERNAS (Continuación)

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con slotado
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
7	1	PISADORES	Cambio de pernos de pisadores

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES
10 5 8	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta
	5		Buscar tinta
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión
	8		Buscar clise
	9		Abastecimiento de tinta
	14		Pedir cinta a Supervisor
	19		Buscar rascadores

4.2.3. Segunda Etapa: Conversión de preparaciones internas a externas.

El cambio de perno de pisadores realizado en el Sub-Proceso de Pisador, es realizado dentro de la preparación interna, para la conversión de esta actividad a la preparación externa, se procedió de la siguiente manera:

La empresa cuenta con un plan de mantenimiento preventivo el cual es realizado todas las semanas en cada una de las máquinas que forman parte del proceso de producción, es en este mantenimiento preventivo en el cual se debe de realizar el cambio de pernos de pisadores.

Las demás actividades que forman parte de la tabla 17, son actividades a las que asignándole una persona como responsable para que se encargue de su ejecución formarían parte de la preparación externa de la imprenta, ya que estas actividades no demandan mayor complejidad y tiempo en su cumplimiento, estas actividades en su totalidad fueron descritas en la Primera etapa: Separación de la preparación interna y externa; y son las siguientes:

- **Sub-proceso Cuerpo Pre-Alimentador, Alimentador**

- Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta
- Buscar láminas de orden de producción a producirse
- Alimentación de convellos con láminas

- **Sub-proceso Cuerpo Puente Doblador**

- Verificación de tanque de goma
- Buscar goma

- **Sub-proceso Cuerpo Eslotador**

- Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con eslotado.
- Buscar cuchillas con dimensiones correctas

- **Sub-proceso Cuerpo Troquelador**

- Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta

- **Sub-proceso Cuerpo Impresor**

- Identificación de tarjeta de impresión
- Buscar tarjeta de impresión
- Identificación de tinta con Hoja de Ruta
- Buscar tinta
- Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta
- Abastecimiento de tinta
- Identificación de clise con Tarjeta de Impresión
- Buscar clise

- Pedir cinta a Supervisor
- Buscar rascadores

La actividad **Buscar herramientas** no esta incluida en la lista mostrada anteriormente, ya que esta actividad es anulada con la elaboración de la percha y el abastecimiento de las herramientas más idóneas para la realización del cambio, tal como lo fue descrito en la primera etapa del SMED

4.2.4.Tercera Etapa: Perfeccionamiento de las actividades internas y externas

Pernos pasantes

La aplicación de pernos pasantes en el proceso de preparación de la imprenta afecta de una manera significativa los siguientes sub-procesos:

1. Sub-proceso Cuerpo Pisador

La aplicación del perno pasante en el sub-proceso afecta a las siguientes actividades:

- Aflojar pernos de pisadores
- Cambio de pernos de pisadores

- Calibrar medida de pisador
- Ajustar pernos de pisadores

Los pisadores se encuentran formados por dos semi-lunas, en cada uno de los extremos de las semi-lunas se encuentra el perno que permite su unión y asegura su función-habilidad en el proceso de producción. Al momento del proceso de preparación estos dos pernos son aflojados para poder realizar la calibración axial en el eje Porta-Pisador, lo cual demanda un tiempo considerable teniendo como referencia que son 10 pisadores a los que se debe calibrar con las nuevas especificaciones.

La colocación del perno pasante en uno de los extremos del pisador, figura 4.8, permite al operador que con una sola vuelta del perno separe las dos semi-lunas lo suficiente para el desplazamiento axial al momento de la calibración, esto es debido a que la fuerza de agarre del perno radica en la última vuelta de sujeción, de igual manera afecta al momento del ajuste, ya que con una vuelta el perno estará totalmente seguro [13].



FIGURA 4.8 PISADOR CON PERNO PASANTE

2.Sub-proceso Cuerpo Eslotador

Las actividades realizadas en el Sub-proceso Cuerpo Eslotador responden a los cambios realizados en las cuchillas que darán las dimensiones de los paneles de la caja por medio del rayado y cortes realizados en este cuerpo.

La utilización de un perno pasante en los cabezales de las cuchillas eslotadoras le permite al operador realizar una calibración más ágil y eficaz, ya que estos ayudan al desplazamiento axial de los cabezales teniendo como referencia el peso considerable de cada uno de los cabezales, afectando con esta aplicación a las siguientes actividades del proceso de preparación:

- Aflojar pernos de cuchillas eslotadoras

- Colocar medidas para cuchillas eslotadoras
- Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior
- Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras.

Obtención del cero

La obtención del cero en el proceso de preparación de la imprenta, es la determinación del punto de calibración en cada uno de los ejes y cabezales de los cuerpos, que permitirá que al momento de cerrar la máquina después de haber sido realizada las respectivas calibraciones, las características propias de las cajas a producirse como lo son: la impresión, los cortes de eslotado y de cortadora, perforaciones troqueladas y demás requisitos determinados en la Hoja de Ruta, encajen de tal manera que los ajustes realizados en sub-proceso Pos-Cierre de máquina sean reducidos a cero en la mayoría de las preparaciones.

Para la obtención del cero en las imprentas, debemos de realizar un proceso de preparación de imprenta de los siguientes subprocesos:

- Cuerpo Pre-alimentador, Alimentador
- Cuerpo Impresor

- Cuerpo Eslotador
- Cuerpo Pisador
- Cuerpo Troquelador

Realizada las respectivas preparaciones en los sub-procesos antes mencionados, se cierran los cuerpos y se comienzan a realizar las actividades pertenecientes al sub-proceso Pos-cierre de máquina, con lo cual las características de impresión, eslotado, troquelado, rayado y medidas de la caja son las requeridas por la Hoja de Ruta. Al momento de acoplar todas las características antes mencionadas, los ejes y cabezales también deben encontrarse dispuestos de tal manera que bajo esas condiciones deberían de ser colocados al momento de cerrar los cuerpos una vez realizadas las calibraciones respectivas; con el acoplamiento de las características realizado, se procede a abrir los cuerpos impidiendo el desplazamiento radial de los ejes y cabezales, los cuales son marcados tomando como referencia un punto de las paredes de la máquina, de esta manera queda determinado el cero en los ejes y cabezales en cada uno de los cuerpos antes mencionados, los que servirán como punto de el futuro en las preparaciones de la imprenta, eliminando significativamente los ajustes en el proceso de preparación de la misma.



FIGURA 4.9 UBICACIÓN DEL CERO, CUERPO IMPRESOR



FIGURA 4.10 UBICACIÓN DEL CERO, CUERPO ESLOTADOR

La utilización de un carro para la transportación de los canecas de tinta desde el Laboratorio de Tinta hacía la máquina cuando se realice la actividad de **Buscar tinta**, permitirá realizar esta actividad en un menor tiempo y reduciendo considerablemente la fatiga generada por la transportación de los canecas que en la mayoría supera el número de 3 canecas por preparación.

LPPs (Lecciones Punto a Punto)

Paralelamente a todas las mejoras realizadas en el proceso de preparación de la imprenta, se realizaron LPPs (Lecciones Punto a Punto), que son lecciones de dos a cinco minutos que abarcan temas muy puntuales; de esta manera se capacitó al personal operativo de la máquina, reafirmando conceptos y aprendiendo nuevas técnicas que permitirán realizar un proceso de preparación más ágil y flexible, a continuación se muestra las más significativas:

- Concepto de pisadores
- Altura de pisadores
- Resultados de una buena calibración
- Calibración axial de los pisadores
- Calibración axial de pisadores, Pared doble

El formato bajo el cual se desarrollaron la LPPs es detallado a continuación:

En la parte superior de la LPPs constan los datos de identificación de la lección, como lo son:

- Tema

- Clasificación: Conocimientos básicos, casos de mejoras, casos de problemas, otros.
- Máquina o Departamento que realiza la lección.
- Sub-equipo o área que realiza la lección.
- Número de la lección o codificación de la misma
- Fecha de preparación
- Líder del grupo, entre otros
- Preparado por, personas que realizan la lección

LECCION PUNTO-A-PUNTO (LPP)			
Tema	Ciclo de vida de la máquina Pisadores Pared doble	Máquina Depto: IMPRENTAS Sub-Equipo: S 8 S Area:	Número
Clasificación	☒ Conocimientos Básicos ☐ Casos de Mejoras ☐ Casos de Problemas ☐ Otros	Fecha de Preparación	Líder Grupo
Preparado por:	Víctor Ojeda - Gilberto Paredes Caso Operación: Colocamos el resultado de la 1ª y 2ª Cuerpo Tomando como referencia el Eje Porta-Pisador, desde esta medida vertical y sobre la que será la altura de		

FIGURA 4.11 LECCION PUNTO A PUNTO, ENCABEZADO

El desarrollo de la LPPs era realizado con la ayuda de fotografías y gráficos que permiten explicar de una manera más didáctica el contenido y objetivo de la lección.

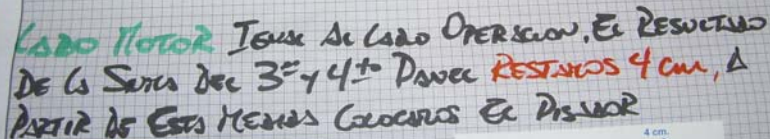


FIGURA 4.12 LECCION PUNTO A PUNTO, DESARROLLO

Las lecciones en su parte inferior consta de una tabla en la que se registran los nombres de las personas que participan en el desarrollo de las lecciones, tanto de la persona que enseña como de las personas que reciben la lección.

[illegible]

FIGURA 4.13 LECCION PUNTO A PUNTO, REGISTRO

Las LPPs son una excelente manera de transmitir y difundir conocimientos a nivel operativo, ya que estas tienen como finalidad de no durar más de 5 minutos por lección a grupos máximo de cinco personas a la vez. Cuando el contenido de lección es transmitido a un grupo mayor de 5 personas se realizan proyecciones con el contenido de las lecciones a dictarse, lo que facilita y asegura la eficiencia de la difusión de la lección.

Puntos auxiliares de trabajo

Los puntos auxiliares de trabajo como lo son, las perchas de herramientas, las mesas de trabajo para la identificación y verificación de cada uno de las características y parámetros de la caja a producirse fueron mejorados y colocados en lugares más idóneos para la función dentro del proceso de preparación de la imprenta. Para ello se les asignó un lugar específico dentro de la planta pintando la superficie sobre la cual tenían que estar ubicados, lo que además de generar orden permite tener un mejor control sobre la limpieza del área.



FIGURA 4.14 DETERMINACION DE LUGAR ESPECIFICO



FIGURA 4.15 DETERMINACION DE LUGAR ESPECIFICO

Con la identificación de las actividades que son realizadas erróneamente dentro del proceso de preparación interna, y una vez siendo analizadas y mejoradas durante el proceso de implantación del SMED, y la re-ubicación de los puestos

auxiliares de trabajo el Diagrama de Recorrido se ve afectado significativamente de manera positiva, dando como resultado un proceso preparación con una mayor velocidad de respuesta, menos congestionado y con una menor distancia por recorrer por cada uno de los operarios, lo cual es apreciado en el nuevo Diagrama de Recorrido, Apéndice F.

Distinción de troqueles

Para la rápida identificación de los troqueles, utilizados durante el proceso de preparación de imprenta se realizó la identificación de los mismos asignándoles a cada uno de ellos un color distintivo del resto de troqueles, el trabajo fue realizado en conjunto con el personal operativo y del Departamento de Troqueles, teniendo como resultado la siguiente tabla 18:

TABLA 18

CODIFICACION DE TROQUELES

TIPOS DE TROQUELES	COLOR ASIGNADO	
Tapa SF-101	Amarillo	
Tapa SF-101 "T"	Verde	
Tapa 22XU	Celeste	
Tapa 22XU CS	Naranja	
Tapa 980	Lila	
Tapa 980 A	Rojo	

A continuación se presenta ejemplos de la identificación de troqueles por medio del color:



FIGURA 4.16 TROQUEL IDENTIFICADO – COLOR ROJO



FIGURA 4.17 TROQUEL IDENTIFICADO – COLOR CELESTE

Calibración altura de Pisadores

Una de las más importantes actividades al momento de realizar el proceso de preparación es la altura adecuada de los Pisadores, ya estos actúan como una especie de freno de las láminas de cartón que son transformadas durante el Proceso

Final realizado en las imprentas, asegurando que las características de caja, como lo son las perforaciones, impresiones y los cortes encajen unos con otros obteniendo el producto deseado, ya que los pisadores le dan la estabilidad requerida a la lámina de cartón durante el proceso. Por ello se generó un estudio de la altura más idónea para la calibración de los pisadores, teniendo como resultado la siguiente tabla 19, mostrada a continuación:

TABLA 19
CALIBRACION DE ALTURA DE PISADORES

Tipo Lamina de Cartón	CUERPO DE IMPRENTA					
	Troquelador	Rayador Eslotador	3er Impresor	2do Impresor	1er Impresor	Alimentador
Pared Sencilla	0,030 ln	0,040 ln	0,060 ln	0,073 ln	0,086 ln	0,100 ln
Pared Doble	0,080 ln	0,095 ln	0,105 ln	0,135 ln	0,165 ln	0,165 ln

Establecida la altura de los Pisadores, se realizó la elaboración de platinas a utilizarse en cada uno de los cuerpos de la imprenta, platinas que tienen una altura específica determinada en la tabla 19.

CAPITULO 5

5. ANALISIS COSTO-BENEFICIO DE MEJORAS REALIZADAS

5.1. Resultados Obtenidos

El impacto generado como resultado de la implantación del SMED, en un proceso de preparación de imprenta es determinantemente significativo desde el punto de vista operacional como administrativo.

Los resultados obtenidos, a través de la implantación del SMED, le permitirán a la empresa tener una mejor respuesta a la velocidad con la que se generan los cambios y las exigencias cada vez más complejas con las que los productos deben ser elaborados para cubrir las necesidades del mercado; todo esto, gracias al incremento en la flexibilidad de la producción por medio de un proceso de preparación ágil y flexible.

El primer resultado significativo obtenido a través de la implantación del SMED, es la reducción del tiempo de preparación en imprenta, a continuación se presentan los tiempos obtenidos en el año 2006 con la implantación del SMED en la imprenta, tabla 20:

TABLA 20
TIEMPOS DE PREPARACION – AÑO 2006

Letra Turno	Min/Cambio	No Cambios	SETUP Min
A	36,42	349	12710,4
B	31,24	381	11902,8
C	30,34	366	11103,6
Totales	32,59	1096	35716,8

La tabla 20, Tiempos de preparación, año 2006, nos muestra los tiempos promedios obtenidos en el transcurso del año 2006 en cada uno de los turnos que laboran en la imprenta Kooper 5, en la columna **Min/Cambio** por lo que tenemos que el promedio comprendido entre los tres turnos es de 32.59 minutos. **No cambios** significa el número total de cambios realizados en el año 2006, siendo 1096 cambios ejecutados por los tres turnos en el año. **SETUP Min**, representa el tiempo incurrido en la realización del proceso de preparación de la imprenta, obteniendo un total de 35716.8 minutos en el año 2006.

Tomando como referencia la tabla 4, presentada en el capítulo 4, en la que nos indica que el tiempo promedio del proceso de preparación es de 39.52 minutos en el periodo comprendido de la semana 1 a 36 del año 2005, tenemos que la diferencia promedio obtenida del tiempo de preparación de imprenta antes y después de la implantación del SMED es de 7 minutos.

Lo que implica una reducción del 18 % del tiempo en el proceso de preparación de imprenta.

Teniendo como base que los procesos de preparación de imprenta realizados en el año 2006 son un total de 1096, tenemos que el tiempo de ahorro generado en el año es de 7599 minutos, lo que implica un ahorro anual de 127 horas. Todo este tiempo, es un tiempo ganado e incrementado al tiempo de disponibilidad de máquina, que afecta significativamente al incremento en los indicadores de producción, aumentando el nivel de productividad y la eficacia en el proceso de producción.

Conociendo el ahorro de tiempo realizado a través de la implantación del SMED, el cual es de 127 horas al año, implica que el sobre-tiempo realizado por el personal de la empresa se vera afectado de una manera positiva, teniendo como referencia que por cada turno laboran 10 personas.

Un resultado intangible, pero no menos importante, es el obtenido en el diagrama del flujo de operaciones del proceso de preparación de imprenta, es decir en la manera como se realizan las operaciones, ya que el abastecimiento de las herramientas más idóneas para la realización de la preparación y la eliminación de actividades que deben ser realizadas dentro del proceso de preparación externa de la máquina, permiten obtener un proceso dinámico y flexible, todo esto en gran parte se ve reflejado de una manera indirecta en la reducción del tiempo de preparación.

5.1. Análisis Costo-Beneficio

Para la realización del análisis costo-beneficio, comenzaremos determinando todos los costos incurridos en cada una de las mejoras y cambios realizados en el proceso de preparación:

1. Como se determinó en la segunda etapa de la aplicación del SMED, Conversión de preparaciones internas a externas, para la transformación de las actividades realizadas erróneamente de manera interna a externa, es suficiente con la asignación de estas actividades a una persona de la máquina, con lo cual no se incurre en ningún costo adicional, ya que se delegaría como responsable al personal de máquina, teniendo como conocimiento que para la

realización de estas actividades se necesitaría un tiempo aproximado de 10 minutos.

2. El abastecimiento de las herramientas más idóneas para el proceso de preparación, a partir de una lista realizada con los operarios incurre en un costo de \$500.
3. Los costos incurridos en la mejora realizada a la percha que servirá como almacenaje de las herramientas y demás utensilios utilizados en el proceso de preparación, tiene un costo de \$150.
4. La realización de pernos pasantes en los pisadores al igual que en los cabezales de las cuchillas eslotadoras, es un trabajo realizado en las instalaciones de la empresa por parte del personal de mantenimiento, para el conocimiento de costo incurrido en esta actividad se realizó la cotización de la misma, teniendo un valor de \$500 para el total de pernos.
5. La obtención del cero en la imprenta fue realizada con la colaboración de dos operarios, lo cual implica un costo de \$400, por la realización de esta actividad, teniendo en consideración el costo de los materiales utilizados y el tiempo de utilización de máquina y operativa.

6. La elaboración del carro utilizado para la transportación de las canecas de tintas por el personal de mantenimiento de la planta, tiene una cotización de \$100.
7. La mejora y realización de puestos auxiliares realizados por la aplicación del SMED, tienen un costo de 350.

Con el detalle de los costos incurridos en las mejoras y cambios realizados, se presenta los beneficios obtenidos con la aplicación del SMED:

La reducción del tiempo de preparación de imprenta (tiempo ganado y disponible para el proceso de producción), permite tener 7599 minutos más para el proceso de producción, conociendo que cada minuto en imprenta tiene un valor de aproximadamente \$ 4, se presenta la siguiente tabla 21:

TABLA 21

CALCULO DE COSTO DE MINUTOS GANADOS

TIEMPO DE CALCULO	Minutos Ganados	Costo Minuto en Imprenta	Costo de Minutos Ganados
Por cambio	7	\$4,00	\$27,73
Anual	7.599		\$30.396,54

Como se puede observar, el costo anual de los minutos ganados con la implantación del SMED es de \$30.396.54, a continuación se

presenta la tabla 22, en el que se detalla la ganancia promedio que resulta de la cantidad de cajas producidas a partir del tiempo de producción ganado con la implantación del SMED, para ello tenemos que tomar en consideración que se trabaja con una velocidad promedio de 100 golpes por minuto (RPM), y por cada RPM se producen dos cajas, teniendo un promedio de 200 cajas por minuto.

TABLA 22

CALCULO DE GANANCIA POR CAJAS EXTRAS

TIEMPO DE CALCULO	Cajas Extras (Min. Ganados)	Ganancia Promedio por Caja	Ganancia por Cajas Extras
Por cambio	1.387	0,172	238,51
Anual	1.519.827		\$261.410,27

Con el detalle de los costos incurridos en cada una de las mejoras realizadas en la imprenta y el beneficio obtenido durante el primer año de implantación del SMED, año 2006, de \$ 290.000 aproximadamente, sin tomar en consideración el ahorro incurrido en el sobre-tiempo por parte del personal que labora en la imprenta, se puede realizar un análisis de evaluación que da como resultado que la inversión realizada en cada una de las mejoras es insignificante comparada con el valor total de la ganancia obtenida a partir de la realización de ellas, lo que demuestra la factibilidad del proyecto.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. El objetivo de la presente tesis, generar mejoras que permitan la reducción de los tiempos de preparación de las imprentas en una industria cartonera, es alcanzado al termino del presente trabajo, generando mejoras que afectan significativamente el tiempo de preparación de las imprentas.
2. La utilización del las herramientas ingenieriles y demás medios de levantamiento de información, permitieron realizar un adecuado diagnostico del proceso, en el que la obtención de los datos y el análisis de los mismos permitió el correcto desarrollo de la tesis en curso.
3. La determinación del tiempo estándar antes de realizar la implantación del SMED, del proceso de preparación de imprenta,

realizado por medio de la técnica Muestreo de trabajo y Medición de tiempos en grupo, nos permitió determinar los tiempos estándares de cada uno de los sub-procesos que forman el proceso de preparación, los cuales son el punto de partida para los análisis realizados en cada una de las etapas siguientes de la implantación del SMED.

4. La ejecución de la metodología SMED, conociendo el entorno y la situación bajo la cual será desarrollada, comenzó en su primera etapa con la identificación de las preparaciones internas y externas del proceso de preparación de imprenta en la máquina Kooper 5, esta sin duda alguna, es la etapa de mayor importancia que forma el SMED, ya que a partir de ella, se logra las mejoras en el proceso.
5. La metodología del SMED nos permite rectificar y corregir en su implantación a través de la etapa Transformación de las preparaciones internas y externas, en la que se avala todos los resultados y análisis anteriormente alcanzados, por medio del análisis detallado de las operaciones internas que son convertidas a externas.
6. La implantación del SMED, afecta de una manera significativa a todo el proceso de preparación, ya que en su última etapa,

Mejoramiento del proceso de preparación, y con las opciones anteriormente analizadas, se realiza el perfeccionamiento del proceso en general, tanto de actividades externas como internas.

7. La obtención del cero de la máquina, dentro de la etapa de Mejoramiento del proceso de preparación, es uno de los logros más significativos, ya que con ella se reduce aproximadamente a cero los ajuste en la totalidad de los procesos de preparación ejecutados.

6.2. Recomendaciones

1. Establecer reuniones con una frecuencia periódica que permita realizar el mejoramiento continuo del proceso de preparación, en las que se aborde cada una de las posibles oportunidades de mejora del proceso.
2. Elaborar un plan de capacitación que tenga como alcance cubrir los conocimientos relacionados con la máquina, proceso de preparación así como también el mantenimiento de la misma, de esta manera le permitirá al operador tener un mejor criterio y aportación en el mejoramiento del proceso de preparación y desempeño del proceso productivo.

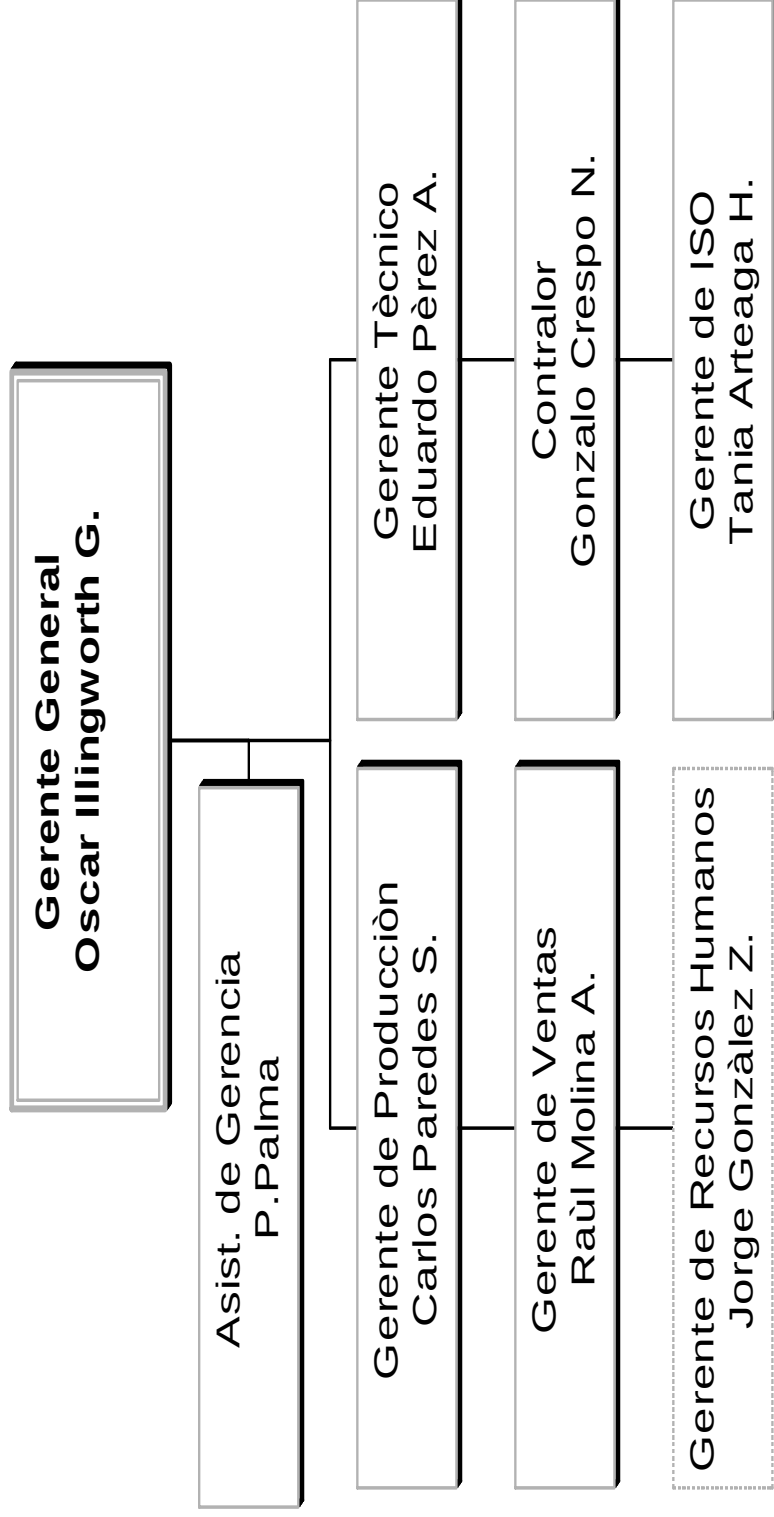
3. Analizar la distribución de actividades en el proceso de preparación a través de técnicas como los Gráficos de operaciones múltiples y Gráfico de combinación de operaciones, con este análisis la carga de actividades de cada uno de los operadores será equitativa en esfuerzo y tiempo, permitiendo tener un proceso más ágil y flexible.
4. Elaborar una tabla de especificaciones técnicas que sirvan de soporte a las actividades de preparación (a parte de las especificaciones técnicas entregadas al operador en cada una de las fichas técnicas, ejemplo: Hoja de ruta) en las que se tenga que realizar mediciones, por ejemplo la actividad realizada en el Cuerpo Pisador, Calibrar medida de pisador, en la que se realiza una medición desde la pared de la máquina, para la cual tiene que hacer cálculos matemáticos que podrían resultar erróneos; esta medición es constante para todas las cajas con igual diseño estructural, por lo que siendo registrada en la tabla de especificaciones evitaría al operador realizar los cálculos ganando tiempo y seguridad en el proceso de preparación.
5. Estandarizar la forma de la realización de las actividades del proceso de preparación, lo cual será logrado a partir de la

capacitación antes citada y con la creación de la tabla de especificaciones.

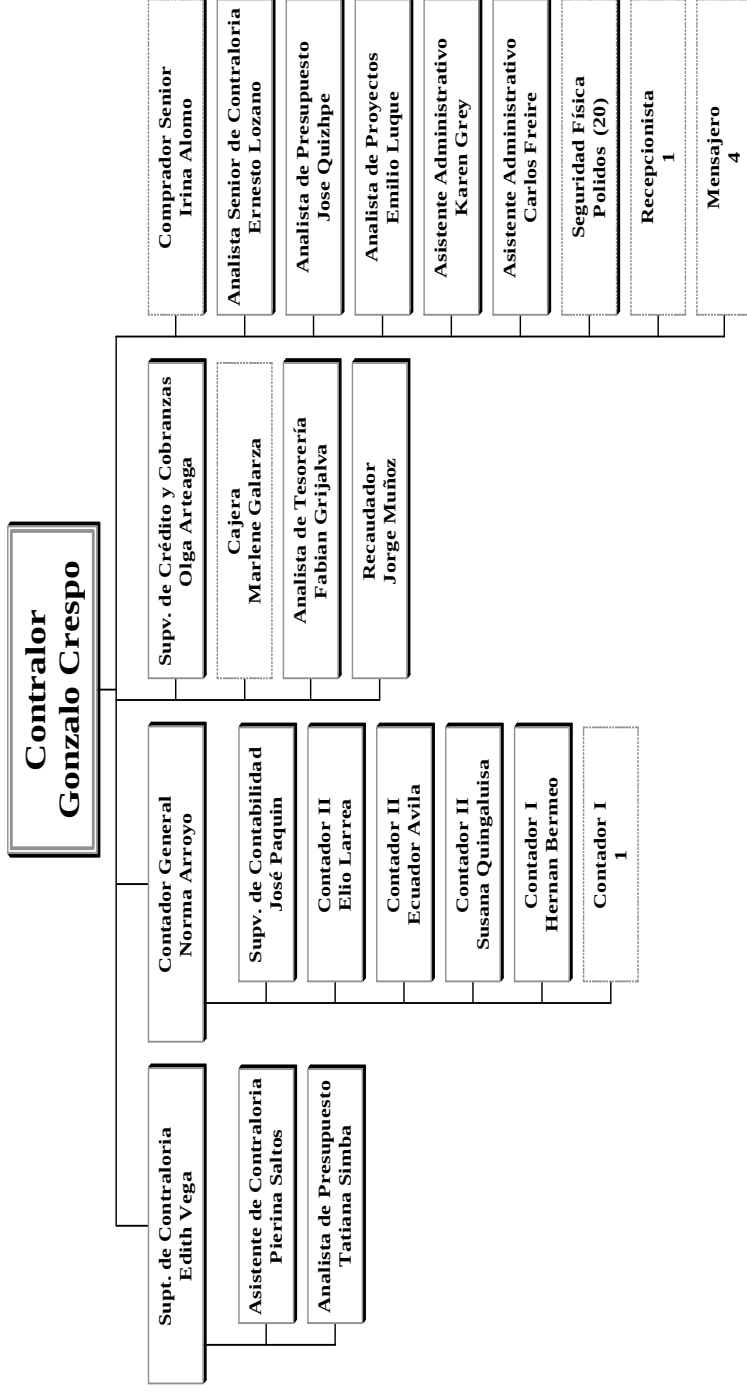
6. Analizar la conversión de los pernos de tipo cabeza hexagonal y demás tipos a los pernos con orejetas.
7. Eliminar el exceso de hilos en los pernos que sirven de sujeción en cada una de las partes de la maquina que participan en el proceso de preparación, ya que la fuerza del anclaje o sujeción del perno radica únicamente en la última vuelta [13].

APENDICES

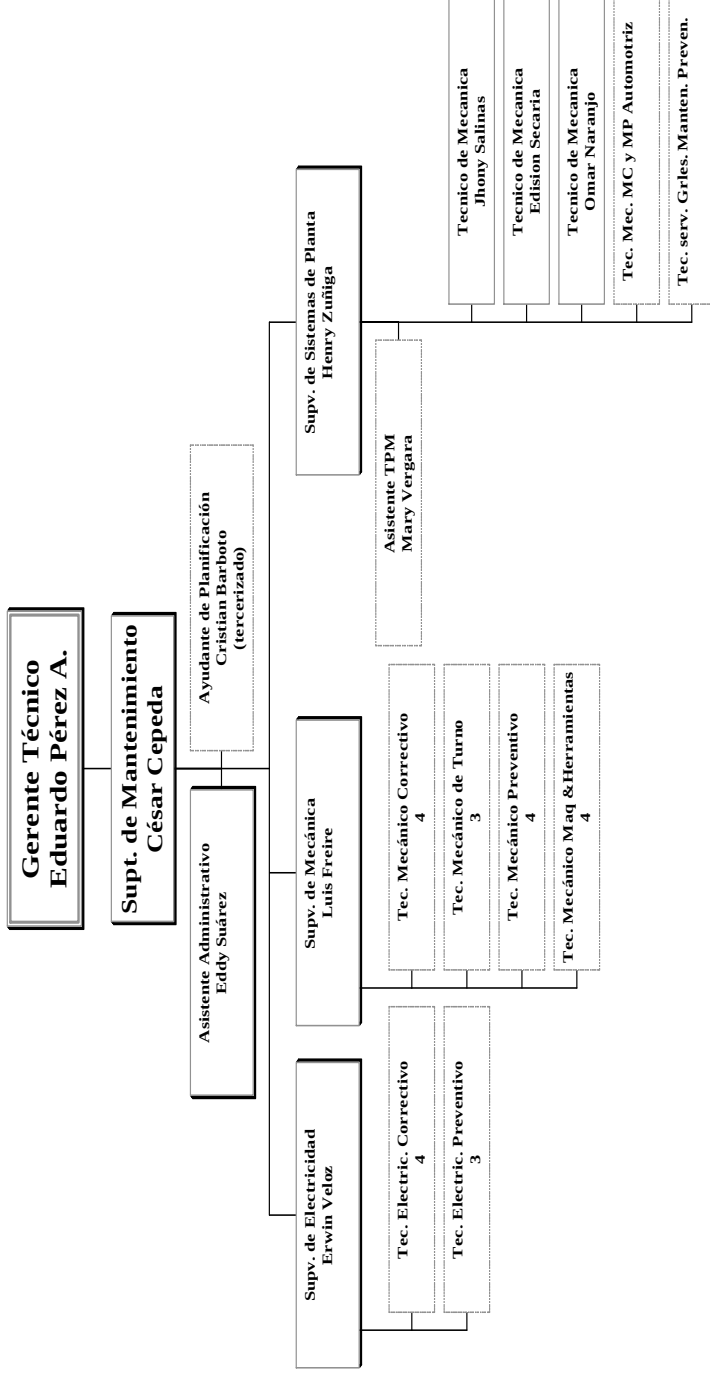
APENDICE A
ORGANIGRAMA EMPRESARIAL



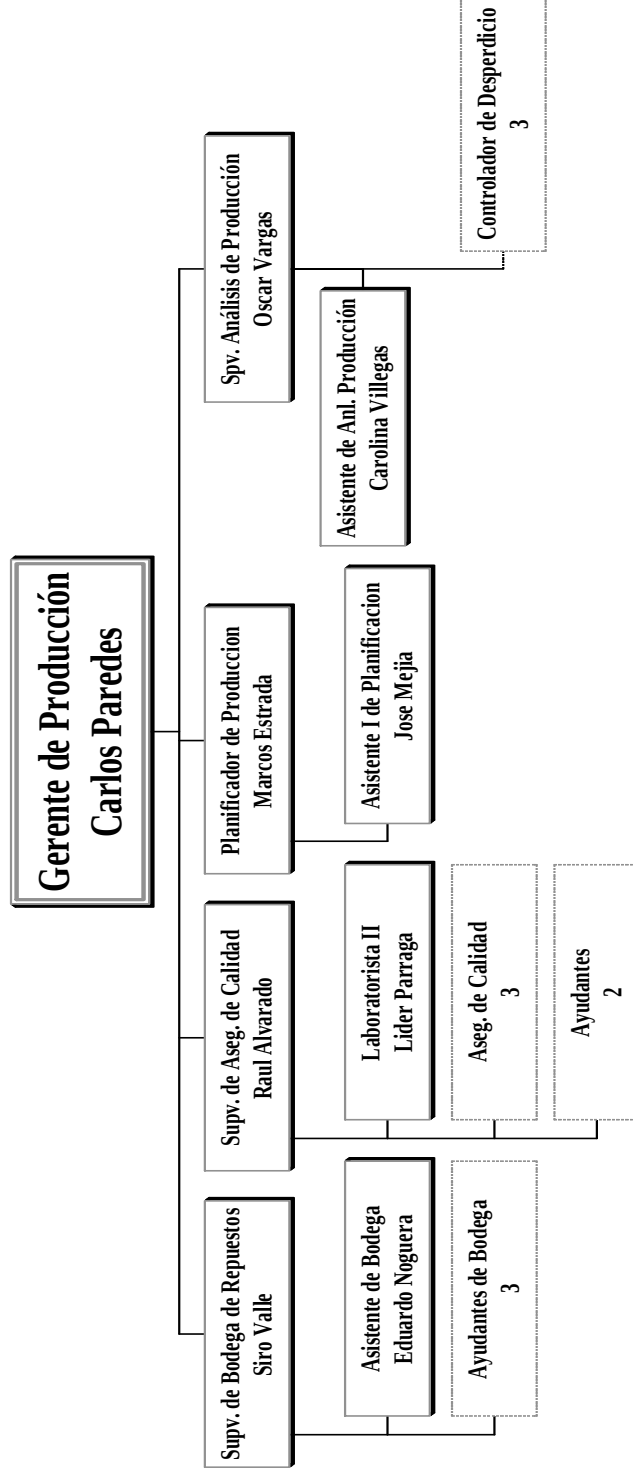
APENDICE A **ORGANIGRAMA EMPRESARIAL (Continuación)**



APENDICE A **ORGANIGRAMA EMPRESARIAL (Continuación)**



APENDICE A
ORGANIGRAMA EMPRESARIAL (Continuación)



APENDICE A



APENDICE B

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS – MUESTREO PILOTO

Espacio de tiempo
para muestreo: 30 seg.

No
observaciones: 120

Espacio de tiempo
para muestreo: 30 seg.

No
observaciones: 120

	# aleatorio (a)	Espacio de tiempo (a x Espacio de tiempo para muestreo)	Tiempo	
			Segundos	Minutos
1	0.000676925	1,020307755	122,44	2,024
2	0.003140564	1,094216921	131,31	2,113
3	0.019900777	1,597023319	191,64	3,116
4	0.038641969	2,159259075	259,11	4,191
5	0.042035211	2,261056344	271,33	4,313
6	0.05393943	2,618182907	314,18	5,142
7	0.064632121	2,938963631	352,68	5,527
8	0.067573685	3,02721054	363,27	6,033
9	0.069748511	3,092455343	371,09	6,111
10	0.069818127	3,094543805	371,35	6,113
11	0.071999025	3,159970755	379,20	6,192
12	0.073163492	3,19490475	383,39	6,234
13	0.073987287	3,219618605	386,35	6,264
14	0.074464506	3,233935182	388,07	6,281
15	0.077350351	3,320510544	398,46	6,385
16	0.090187233	3,705616981	444,67	7,247
17	0.093869039	3,81607117	457,93	7,379
18	0.097083909	3,912517277	469,50	7,495
19	0.09969484	3,999084522	479,89	7,599
20	0.130154189	4,904625675	588,56	9,486
21	0.131065995	4,931979855	591,84	9,518
22	0.134317978	5,029539348	603,54	10,035
23	0.151041567	5,531247003	663,75	11,037
24	0.160235474	5,80706422	696,85	11,368
25	0.170056894	6,101706825	732,20	12,122
26	0.187412312	6,62236936	794,68	13,147
27	0.213421212	7,402636362	888,32	14,483
28	0.216145958	7,484378752	898,13	14,581
29	0.222786003	7,683580081	922,03	15,220
30	0.223089524	7,692685717	923,12	15,231
31	0.233832675	8,014980236	961,80	16,018
32	0.236652442	8,099573246	971,95	16,119
33	0.236694525	8,100835741	972,10	16,121
34	0.252255196	8,567655888	1028,12	17,081
35	0.255387109	8,661613259	1039,39	17,194
36	0.284320208	9,529606235	1143,55	19,036
37	0.28588165	9,576449512	1149,17	19,092
38	0.287692085	9,630762538	1155,69	19,157
39	0.289718903	9,691567078	1162,99	19,230
40	0.305920893	10,1776268	1221,32	20,213
41	0.306099718	10,18299155	1221,96	20,220
42	0.307606065	10,22818196	1227,38	20,274
43	0.314963854	10,44891563	1253,87	20,539
44	0.324545881	10,73637642	1288,37	21,284
45	0.329256098	10,87768295	1305,32	21,453
46	0.337021065	11,11063194	1333,28	22,133
47	0.34176763	11,2530289	1350,36	22,304
48	0.34795566	11,43866979	1372,64	22,526
49	0.356676291	11,70028874	1404,03	23,240
50	0.374610802	12,23832406	1468,60	24,286
51	0.374849944	12,24549833	1469,46	24,295
52	0.383940496	12,51821487	1502,19	25,022
53	0.384023448	12,52070344	1502,48	25,025
54	0.386388235	12,59164704	1511,00	25,110
55	0.387509829	12,62529488	1515,04	25,150
56	0.392571604	12,77714812	1533,26	25,333
57	0.394875004	12,84625011	1541,55	25,416
58	0.40120426	13,03612779	1564,34	26,043
59	0.404879109	13,14637326	1577,56	26,176
60	0.407189187	13,2156756	1585,88	26,259
61	0.408562157	13,2568647	1590,82	26,308
62	0.410265229	13,30795688	1596,95	26,370
63	0.413796984	13,41390951	1609,67	26,497
64	0.419589899	13,58769697	1630,52	27,105
65	0.42583146	13,77494381	1652,99	27,330

	# aleatorio (a)	Espacio de tiempo (a x Espacio de tiempo para muestreo)	Tiempo	
			Segundos	Minutos
66	0.428819829	13,86459487	1663,75	27,438
67	0.434091114	14,02273343	1682,73	28,027
68	0.452798643	14,5839593	1750,08	29,101
69	0.466138078	14,98414235	1798,10	29,581
70	0.477931099	15,33793296	1840,55	30,406
71	0.494498931	15,83496794	1900,20	31,402
72	0.502722335	16,08167006	1929,80	32,098
73	0.510679083	16,32037248	1958,44	32,384
74	0.510832476	16,32497429	1959,00	32,390
75	0.511572705	16,34718116	1961,66	32,417
76	0.512081448	16,36244343	1963,49	32,435
77	0.53333294	16,99998821	2040,00	33,600
78	0.539409116	17,18227348	2061,87	34,219
79	0.587999587	18,63998761	2236,80	37,168
80	0.589206155	18,67618464	2241,14	37,211
81	0.601420294	19,04260881	2285,11	38,051
82	0.608454924	19,25364771	2310,44	38,304
83	0.625431068	19,76293205	2371,55	39,316
84	0.627372938	19,82118815	2378,54	39,385
85	0.629986897	19,8996069	2387,95	39,480
86	0.63693097	20,1079291	2412,95	40,130
87	0.649382243	20,48146728	2457,78	40,578
88	0.651346396	20,54039188	2464,85	41,048
89	0.652077662	20,56232985	2467,48	41,075
90	0.655674392	20,67023175	2480,43	41,204
91	0.657104038	20,71312115	2485,57	41,256
92	0.660528017	20,81584051	2497,90	41,379
93	0.667772008	21,03316024	2523,98	42,040
94	0.669172317	21,07516951	2529,02	42,090
95	0.694431045	21,83293135	2619,95	43,400
96	0.708916403	22,26749208	2672,10	44,321
97	0.73232303	22,9696909	2756,36	45,564
98	0.737015361	23,11046083	2773,26	46,133
99	0.73815104	23,1445312	2777,34	46,173
100	0.748448493	23,4534548	2814,41	46,544
101	0.749687922	23,49063765	2818,88	46,589
102	0.771852317	24,1555695	2898,67	48,187
103	0.781523939	24,44571816	2933,49	48,535
104	0.785873937	24,57621812	2949,15	49,091
105	0.799989216	24,99967647	2999,96	49,600
106	0.810726882	25,32180647	3038,62	50,386
107	0.811184306	25,33552918	3040,26	50,403
108	0.81176329	25,35289869	3042,35	50,423
109	0.818747696	25,56243089	3067,49	51,075
110	0.819522733	25,585682	3070,28	51,103
111	0.820700782	25,62102346	3074,52	51,145
112	0.828537506	25,85612518	3102,74	51,427
113	0.830940204	25,92820612	3111,38	51,514
114	0.833926832	26,01780497	3122,14	52,021
115	0.841026974	26,23080921	3147,70	52,277
116	0.84131632	26,2394896	3148,74	52,287
117	0.847787754	26,43363263	3172,04	52,520
118	0.849972443	26,49917329	3179,90	52,599
119	0.857033934	26,71101802	3205,32	53,253
120	0.857813234	26,73439702	3208,13	53,281
121	0.859269061	26,77807184	3213,37	53,334
122	0.863258447	26,89775342	3227,73	53,477
123	0.880338756	27,41016269	3289,22	54,492
124	0.901125538	28,03376613	3364,05	56,041
125	0.901131519	28,03394558	3364,07	56,041
126	0.924682175	28,74046525	3448,86	57,289
127	0.927398336	28,82195009	3458,63	57,386
128	0.939039866	29,17119599	3500,54	58,205
129	0.95834744	29,75042319	3570,05	59,301
130	0.965093774	29,95281321	3594,34	59,543
131	0.965139442	29,95418325	3594,50	59,545

APENDICE B

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS – MUESTREO 1

Espacio de tiempo
para muestreo: 30 seg.

No
observaciones: 120

Espacio de tiempo
para muestreo: 30 seg.

No
observaciones: 120

	# aleatorio (a)	Espacio de tiempo (a x Espacio de tiempo para muestreo)	Tiempo	
			Segundos	Minutos
1	0,00068113	1,020433909	122,45	2,025
2	0,032135462	1,964063869	235,69	3,557
3	0,045510335	2,365310037	283,84	4,438
4	0,059957476	2,798724265	335,85	5,358
5	0,076933905	3,308017165	396,96	6,370
6	0,078198067	3,345942005	401,51	6,415
7	0,083177121	3,495313631	419,44	6,594
8	0,097761065	3,932831941	471,94	7,519
9	0,09782116	3,9346348	472,16	7,522
10	0,102346339	4,070390169	488,45	8,084
11	0,108844671	4,265340134	511,84	8,318
12	0,11842092	4,552627593	546,32	9,063
13	0,119353439	4,580603175	549,67	9,097
14	0,133097384	4,992921523	599,15	9,592
15	0,133386696	5,001600866	600,19	10,002
16	0,14012071	5,203621289	624,43	10,244
17	0,143218281	5,29654842	635,59	10,356
18	0,154600431	5,63801292	676,56	11,166
19	0,154728917	5,641867514	677,02	11,170
20	0,173833325	6,21499976	745,80	12,258
21	0,175223555	6,256706652	750,80	12,308
22	0,180573839	6,417215158	770,07	12,501
23	0,19681034	6,904310199	828,52	13,485
24	0,209404037	7,282121112	873,85	14,339
25	0,217611718	7,528351546	903,40	15,034
26	0,222301821	7,669054641	920,29	15,203
27	0,222859719	7,685791564	922,29	15,223
28	0,22867494	7,860248203	943,23	15,432
29	0,230432224	7,912966724	949,56	15,496
30	0,239569526	8,187085778	982,45	16,225
31	0,2412381	8,237142996	988,46	16,285
32	0,244588324	8,337649726	1000,52	16,405
33	0,254964638	8,648939139	1037,87	17,179
34	0,26133728	8,840118394	1060,81	17,408
35	0,292098061	9,762941844	1171,55	19,316
36	0,30690661	10,2071983	1224,86	20,249
37	0,310647217	10,31941651	1238,33	20,383
38	0,32234967	10,67049009	1280,46	21,205
39	0,325831138	10,77493413	1292,99	21,330
40	0,328002228	10,84006683	1300,81	21,408
41	0,328414512	10,85243537	1302,29	21,423
42	0,336333416	11,09000249	1330,80	22,108
43	0,35037479	11,5112437	1381,35	23,013
44	0,358140389	11,74421168	1409,31	23,293
45	0,385581946	12,56745839	1508,10	25,081
46	0,410812578	13,32437734	1598,93	26,389
47	0,416723265	13,50169796	1620,20	27,002
48	0,423946354	13,71839061	1646,21	27,262
49	0,424031272	13,72093815	1646,51	27,265
50	0,42564669	13,7694007	1652,33	27,323
51	0,429262452	13,87787356	1665,34	27,453
52	0,429401158	13,88203473	1665,84	27,458
53	0,460137557	14,8041267	1776,50	29,365
54	0,469471347	15,0841404	1810,10	30,101
55	0,480273349	15,40820046	1848,98	30,490
56	0,495065504	15,85196512	1902,24	31,422
57	0,508013804	16,24041413	1948,85	32,288
58	0,508661431	16,25984292	1951,18	32,312
59	0,509271182	16,27813546	1953,38	32,334
60	0,51779617	16,53388511	1984,07	33,041
61	0,530369583	16,91108748	2029,33	33,493
62	0,53310103	16,9930309	2039,16	33,592
63	0,54782399	17,4347197	2092,17	34,522
64	0,554674785	17,64024355	2116,83	35,168
65	0,555414488	17,66243463	2119,49	35,195

	# aleatorio (a)	Espacio de tiempo (a x Espacio de tiempo para muestreo)	Tiempo	
			Segundos	Minutos
66	0,559505574	17,78516722	2134,22	35,342
67	0,560927919	17,82783758	2139,34	35,393
68	0,562722528	17,88167583	2145,80	35,458
69	0,577275313	18,31825938	2198,19	36,382
70	0,577536298	18,32608895	2199,13	36,391
71	0,578099523	18,34298569	2201,16	36,412
72	0,584402801	18,53208404	2223,85	37,039
73	0,586946737	18,60840212	2232,01	37,130
74	0,592694178	18,78082534	2253,70	37,337
75	0,600117265	19,00351794	2280,42	38,004
76	0,61542505	19,4627515	2335,53	38,555
77	0,621015251	19,63045753	2355,65	39,157
78	0,622605321	19,67815964	2361,38	39,214
79	0,627215991	19,81647973	2377,98	39,380
80	0,632648638	19,97945914	2397,54	39,575
81	0,632949891	19,98849674	2398,62	39,586
82	0,635261659	20,05784977	2406,94	40,069
83	0,637551737	20,1265521	2415,19	40,152
84	0,647956028	20,43868084	2452,64	40,526
85	0,652491075	20,57473226	2468,97	41,090
86	0,680902444	21,42707333	2571,25	42,512
87	0,685155536	21,55466608	2586,56	43,066
88	0,687967456	21,63902367	2596,68	43,167
89	0,689489381	21,68468142	2602,16	43,222
90	0,697932047	21,93796142	2632,56	43,526
91	0,701941114	22,05823342	2646,99	44,070
92	0,704878249	22,14634746	2657,56	44,176
93	0,708855522	22,26566567	2671,88	44,319
94	0,721027643	22,63082928	2715,70	45,157
95	0,728338448	22,85015344	2742,02	45,420
96	0,72932407	22,87972209	2745,57	45,456
97	0,730473319	22,91419956	2749,70	45,497
98	0,747520569	23,42561707	2811,07	46,511
99	0,7482779	23,44833699	2813,80	46,538
100	0,753187141	23,59561423	2831,47	47,115
101	0,764106664	23,92319992	2870,78	47,508
102	0,774958898	24,24876695	2909,85	48,299
103	0,788551311	24,65653934	2958,78	49,188
104	0,791827713	24,7548314	2970,58	49,306
105	0,792480941	24,77442822	2972,93	49,329
106	0,793103551	24,79310652	2975,17	49,352
107	0,794040095	24,82120284	2978,54	49,385
108	0,803649333	25,10948	3013,14	50,131
109	0,815583822	25,46751465	3056,10	50,561
110	0,815793326	25,47379977	3056,86	50,569
111	0,821587281	25,64761844	3077,71	51,177
112	0,834511965	26,03535894	3124,24	52,042
113	0,846913935	26,40741806	3168,89	52,489
114	0,8573978	26,721934	3206,63	53,266
115	0,86882294	27,06468819	3247,76	54,078
116	0,907623875	28,22871625	3387,45	56,274
117	0,915779441	28,47338323	3416,81	56,568
118	0,928137408	28,84412224	3461,29	57,413
119	0,928646957	28,85940872	3463,13	57,431
120	0,939545236	29,18635707	3502,36	58,224
121	0,959269061	26,77807184	3213,37	53,334
122	0,863258447	26,89775342	3227,73	53,477
123	0,880338756	27,41016269	3289,22	54,492
124	0,901125538	28,03376613	3364,05	56,041
125	0,901131519	28,03394558	3364,07	56,041
126	0,924682175	28,74046525	3448,86	57,289
127	0,927398336	28,82195009	3458,63	57,386
128	0,939039866	29,17119599	3500,54	58,205
129	0,95834744	29,75042319	3570,05	59,301
130	0,965093774	29,95281321	3594,34	59,543
131	0,965139442	29,95418325	3594,50	59,545

APENDICE C

MUESTREO 1

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador	3
	2		Encerar la maquina	4
	3		Abrir cuerpo a cuerpo	6
	4		Buscar herramientas a utilizar	6
	5		Limpiar Pre-Alimentador	3
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta	9
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse	0
	8		Alimentación de convellos con laminas	0
	9		Bajar mesa de Pre-Alimentador	2
	10		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador	6
	11	ALIMENTADORA	Alojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás	6
	12		Alojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás	4
	13		Calibrar Rodillo de Alimentación	5
	14		Introducir laminas en las guias centrales para calibración de altura	0
	15		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)	2
	16		Ubicar guias laterales (escuadra) con el largo de la lamina	2
	17		Activar Camara de Succion de Alimentadora	1
	18		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas	4
	19		Ajustar pernos de Caja Alimentadora	4
	20		Demora personal	6
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	9

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
3	1	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al doblez de la caja	4
	2		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón	4
	3		Verificación de tanque de goma	3
	4		Buscar goma	0
	5		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina	5
	6	CUADRADOR	Aflojar pernos del volante	4
	7		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón	0
	8		Ajustar pernos del volante	2
	9		Regular tope de caída (triángulo)	1
	10	PUENTE SECADO	Buscar herramientas a utilizar	2
	11		Aflojar pernos de base del Puente de Secado	3
	12		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas	2
	13		Ajustar pernos de base del Puente de Secado	3
	14		Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado	0
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar	0
	16		Aflojar pernos de los cabezales superior e inferior	3
	17		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar	3
	18		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior	3
	19		Poner base con respecto al ancho de la lámina	2
	20		Calibrar escuadra a salida de cortadora	2
	21		Calibrar soltura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja	3
	22		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	5

APENDICE C

MUESTREO 1 (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar	6
	2		Sacar presion de rayadores de cabezales	5
	3		Alojar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior	6
	4		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta	22
	5		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior	9
	6		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	22

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar	1
	2		Alinear cabezales superior e inferior	5
	3		Ajustar presion de cabezales rayadores	2
	4		Alojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales	4
	5		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta	11
	6		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior	4
	7		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras	3
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con slotado	7
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas	0
	10		Colocar medidas de eslote	8
	11		Calibrar Cabezales posición Cero	8
	12		Calibrar altura de acuerdo a lámina	5
	13		Demora personal	5
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	11

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
7	1	PISADORES	Alojar pernos de pisadores	13
	2		Cambio de pernos de pisadores	4
	3		Calibrar medida de pisador	24
	4		Calibrar presión de pisador	9
	5		Ajustar pernos de pisadores	7
	6		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	24

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar	4
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	7
	3		Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	6
	4		Desmontar concha de orden anterior	14
	5		Colocar concha de la orden centrandola con respecto al tambor porta-troquel	10
	6		Colocar pernos y ajustarlos	14
	7		Demora personal	
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	14

APENDICE C

MUESTREO 1 (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
10 5 8	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar	2
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión	2
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta	0
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta	3
	5		Buscar tinta	4
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta	0
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión	3
	8		Buscar clise	1
	9		Abastecimiento de tinta	2
	10		Sacar tinta de sistema de tinta	2
	11		Lavar sistema de tinta	15
	12		Retirar clise de orden anterior	5
	13		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise	10
	14		Pedir cinta a Supervisor	0
	15		Sujetar clise con cinta adhesiva	8
	16		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise	8
	17		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medicion de viscosidad	4
	18		Verificar película de tinta en rodillo anilox	2
	19		Buscar rascadores	9
	20		Cambio de rascadores	6
	21		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise	2
	22		Verificar viscosidad de tinta	1
	23		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza	2
	24		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	15

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)	15
	2		Verificar medidas y registro de caja graduada	10
	3		Verificar tono de caja (4 ^{ta} ó 5 ^{ta} caja)	5
	5		Calibrar zapata de troquel	6
	6		Demoras personales	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	15

APENDICE C

MUESTREO 2 (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
2	1	PRE-ALIMENTADOR	Subir mesa de pre-alimentador	4
	2		Encerar la maquina	3
	3		Abrir cuerpo a cuerpo	5
	4		Buscar herramientas a utilizar	9
	5		Limpiar Pre-Alimentador	6
	6		Verificar medidas de lámina con Hoja de Ruta	6
	7		Buscar láminas de orden de producción a producirse	0
	8		Alimentación de convellos con laminas	6
	9		Bajar mesa de Pre-Alimentador	1
	10		Graduar Mesa y Extendo de Pre-Alimentador	5
	11	ALIMENTADORA	Aflojar pernos de Caja Alimentadora,deslizamiento hacia atrás	4
	12		Aflojar pernos de Plancha Alimentadora, deslizamiento hacia atrás	6
	13		Calibrar Rodillo de Alimentación	4
	14		Introducir laminas en las guias centrales para calibración de altura	1
	15		Ubicar lámina para calibracion de Plancha Alimentadora (+/- 1 cm)	6
	16		Ubicar guias laterales (escuadra) con el largo de la lamina	5
	17		Activar Camara de Succion de Alimentadora	0
	18		Cerrar la Caja de la alimentadora con la caída de 3 láminas	3
	19		Ajustar pernos de Caja Alimentadora	5
	20		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	9

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
3	1	PUENTE DOBLADOR	Alinear puente doblador de acuerdo al doblez de la caja	6
	2		Calibrar puente superior de acuerdo al calibre de la lámina de cartón	0
	3		Verificación de tanque de goma	0
	4		Buscar goma	0
	5		Graduar línea de goma con respecto a la medida de la lámina	1
	6	CUADRADOR	Aflojar pernos del volante	4
	7		Cerrar o abrir Cuadrador de acuerdo al ancho de la lámina de cartón	0
	8		Ajustar pernos del volante	3
	9		Regular tope de caída (triángulo)	0
	10	PUENTE SECADO	Buscar herramientas a utilizar	6
	11		Aflojar pernos de base del Puente de Secado	1
	12		Alinear ruedas pisadoras del Puente de Secado en dirección de aletas	3
	13		Ajustar pernos de base del Puente de Secado	2
	14		Regular velocidad de la banda 1, 2 y 3 del Puente de Secado	0
	15	CORTADORA	Buscar herramientas a utilizar	0
	16		Aflojar pernos de los cabezales superior e inferior	4
	17		Poner medidas con respecto a Hoja de Ruta y ajustar	7
	18		Ajustar pernos de cabezales superior e inferior	2
	19		Poner base con respecto al ancho de la lámina	3
	20		Calibrar escuadra a salida de cortadora	4
	21		Calibrar soltura de los poleas a la entrada de Cortadora superior e inferior de acuerdo al calibre de la caja	4
	22		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	7

APENDICE C

MUESTREO 2 (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
4	1	RAYADOR	Buscar herramientas a utilizar	6
	2		Sacar presion de rayadores de cabezales	8
	3		Alojar pernos de cabezales de rayadores superior e inferior	3
	4		Colocar medidas para rayadores superior e inferior de acuerdo a Hoja de Ruta	25
	5		Sujetar cabezales de rayadores superior e inferior	12
	6		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	25

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
6	1	ESLOTADOR	Buscar herramientas a utilizar	2
	2		Alinear cabezales superior e inferior	5
	3		Ajustar presion de cabezales rayadores	4
	4		Alojar pernos de cabezales de cuchillas eslotadoras excepto los centrales	2
	5		Colocar medidas para cuchillas eslotadoras de acuerdo Hoja de Ruta	14
	6		Alinear cuchillas eslotadoras superior e inferior	5
	7		Sujetar cabezales de cuchillas eslotadoras	12
	8		Verificar dimensiones de cuchillas de eslote con slotado	4
	9		Buscar cuchillas con dimensiones correctas	0
	10		Colocar medidas de eslote	9
	11		Calibrar Cabezales posición Cero	9
	12		Calibrar altura de acuerdo a lámina	4
	13		Demora personal	5
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	14

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
7	1	PISADORES	Alojar pernos de pisadores	12
	2		Cambio de pernos de pisadores	3
	3		Calibrar medida de pisador	29
	4		Calibrar presión de pisador	10
	5		Ajustar pernos de pisadores	10
	6		Demora personal	3
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	29

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
9	1	TROQUELADOR	Buscar herramientas a utilizar	6
	2		Buscar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	4
	3		Tomar concha troqueladora de acuerdo a Hoja de Ruta	7
	4		Desmontar concha de orden anterior	19
	5		Colocar concha de la orden centrandola con respecto al tambor porta-troquel	11
	6		Colocar pernos y ajustarlos	14
	7		Demora personal	6
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	19

APEN DICE C

MUESTREO 2 (Continuación)

Proceso: ELABORACION CAJAS DE CARTON CORRUGADO

Elaborado por: VICTOR OROZCO

Operación: PREPARACION DE FLEXO

OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEJO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
10 5 8	1	CUERPO IMPRESOR	Buscar herramientas a utilizar	0
	2		Identificación de Tarjeta de Impresión	2
	3		Buscar Tarjeta de Impresión correcta	0
	4		Identificación de tinta con Hoja de Ruta	1
	5		Buscar tinta	0
	6		Elaborar tinta no realizada en Laboratorio de Tinta	0
	7		Identificación de clise con Tarjeta de Impresión	1
	8		Buscar clise	2
	9		Abastecimiento de tinta	2
	10		Sacar tinta de sistema de tinta	2
	11		Lavar sistema de tinta	4
	12		Retirar clise de orden anterior	3
	13		Colocar clise de nueva orden con respecto al centro del tambor porta-clise	15
	14		Pedir cinta a Supervisor	0
	15		Sujetar clise con cinta adhesiva	9
	16		Regular altura del rodillo aplastamiento superior contra tambor porta-clise	9
	17		Introducir tinta, dejando circular la misma por el sistema (5 min.), para medicion de viscosidad	4
	18		Verificar película de tinta en rodillo anilox	2
	19		Buscar rascadores	4
	20		Cambio de rascadores	14
	21		Funcionar manualmente cuerpo impresor para regulamiento de Rodillo Anilox contra clise	2
	22		Verificar viscosidad de tinta	2
	23		Ubicar clise de corrida anterior para limpieza	2
	24		Demora personal	0
			VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES	15

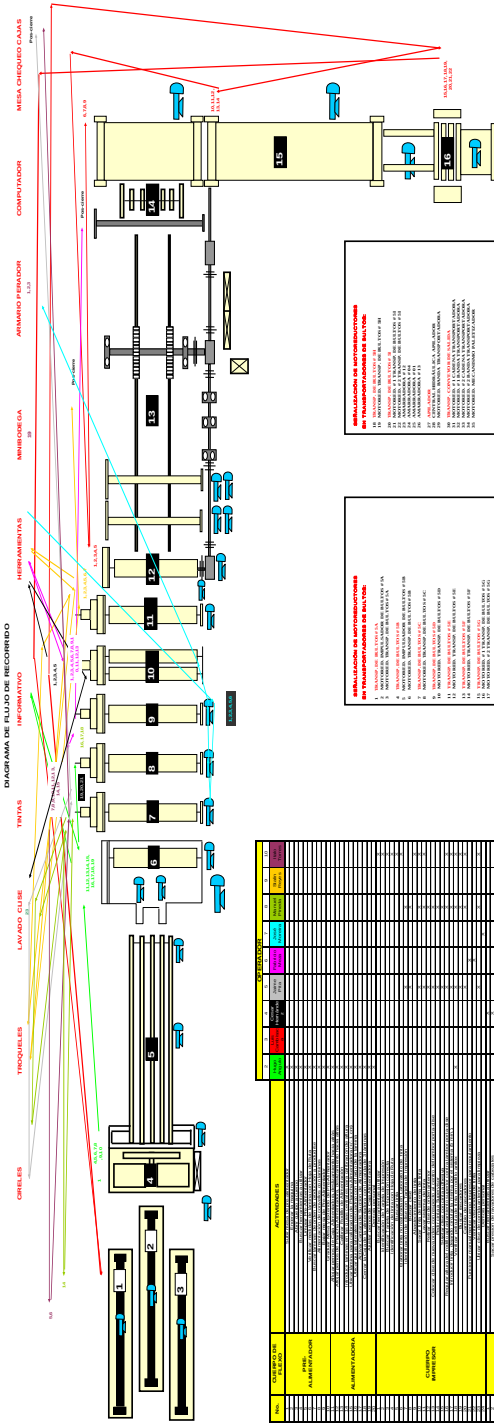
OPERADOR	No.	CUERPO DE FLEXO	ACTIVIDADES	No. OBSERVACIONES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1	POS-CIERRE DE MAQUINA	Graduar caja (eslotado, troquelado, registro)	16
	2		Verificar medidas y registro de caja graduada	9
	3		Verificar tono de caja (4 _{ta} ó 5 _{ta} caja)	6
	5		Calibrar zapata de troquel	9
	6		Demoras personales	0
				VALOR MAXIMO DE No OBSERVACIONES

APPENDICE D

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES – TIEMPO TOTAL DEL ESTUDIO

OPERADOR	CUERPO IMPRENTA	MUESTREO PILOTO		MUESTREO 1		MUESTREO 2		MUESTREO 3		MUESTREO 4		MUESTREO 5		RESUMEN	
		# de observaciones por operador	Tiempo por operador	# de observaciones por operador	Tiempo por operador	# de observaciones por operador	Tiempo por operador	# de observaciones por operador	Tiempo por operador	# de observaciones por operador	Tiempo por operador	# de observaciones por operador	Tiempo por operador	# de observaciones por operador	Tiempo por operador
2	Pre-Alimentador Alimentador	69	30 min.	73	37 min.	79	36 min.	72	33 min.	70	36 min.	64	29 min.	358	172 min.
3	Puente Doblador Cuadrador Puente Secado Coridora	56	25 min.	49	27 min.	50	23 min.	58	28 min.	57	27 min.	54	24 min.	268	130 min.
4	Rajador	51	24 min.	48	27 min.	54	24 min.	50	25 min.	58	27 min.	58	27 min.	268	130 min.
6	Eslotador	60	26 min.	63	35 min.	75	34 min.	71	33 min.	72	36 min.	86	40 min.	367	179 min.
7	Pisador	47	22 min.	57	32 min.	67	30 min.	61	30 min.	70	36 min.	62	29 min.	317	158 min.
9	Troquelador	56	25 min.	55	30 min.	67	30 min.	62	30 min.	67	32 min.	60	27 min.	311	151 min.
10 - 5 - 8	Impresor	85	39 min.	91	44 min.	80	37 min.	92	44 min.	85	42 min.	81	39 min.	429	207 min.
1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 9 - 10 - 5 - 8	Pos-cierre	35	14 min.	36	13 min.	40	19 min.	32	14 min.	34	16 min.	36	17 min.	178	79 min.
Tempo Total por Muestreo	Impresor + Pos cierre	53 min.		57 min.		56 min.		58 min.		57 min.		58 min.			
Tempo Total de Muestreo		287 min.													

DIAGRAMA DE RECORRIDO - ANTES DE IMPLANTACION

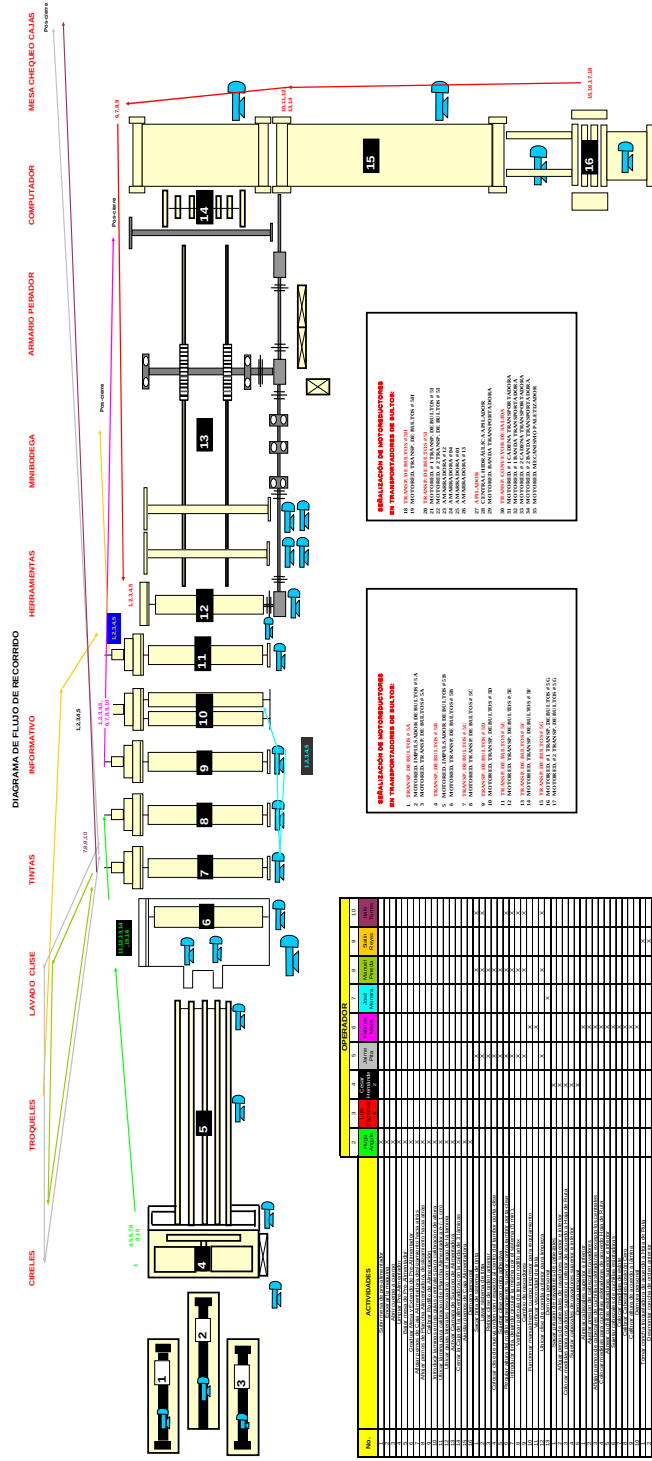
[illegible]

- ## REALIZACIÓN DE MOTOREDUCCIONES EN TRANSPORTADORES DE BALATE
1. **TRANSCOMP. DEL TUNEL A LA**
 2. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 3. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 4. **TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 5. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 6. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 7. **TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 8. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 9. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 10. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 11. **TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 12. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 13. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 14. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 15. **TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 16. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**
 17. **MOTOREDUCCION. TRANSCOMP. DEL BALATE A LA**

- [illegible]

- [illegible]

DIAGRAMA DE RECORRIDO - DESPUES DE IMPLANTACION

[illegible]

- ### REALIZACIÓN DE MOTORESDIÉSEL EN TRANSPORTADORES DE BALAST
- | | |
|--|--|
| 1. TRANSPORTE DE BALAST EN CARRILAS | 11. TRANSPORTE DE BALAST EN CARRILAS |
| 2. TRANSPORTE DE BALAST EN CARRILAS | 12. TRANSPORTE DE BALAST EN CARRILAS |
| 3. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS | 13. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS |
| 4. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS | 14. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS |
| 5. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS | 15. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS |
| 6. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS | 16. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS |
| 7. TRANSPORTE DE BALAST EN CARRILAS | 17. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS |
| 8. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS | |
| 9. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS | |
| 10. MOTORES, TRANSMISIÓN DE BALAST EN CARRILAS | |

- [illegible]

- [illegible]

BIBLIOGRAFIA

1. ITCL, SMED – “Single Minute Exchange of Die (Cambio de Utillaje en menos de 10 Minutos)”, www.gestiopolis.com, Abril, 2006
2. GESTIOPOLIS, “Cambio Rápido de Herramientas y Reducción en Tiempos de Preparación Nueva y Más Amplia Versión del SMED”, www.gestiopolis.com, Abril, 2006
3. ROMERO J, *Implementación de un Proceso de Reducción de Tiempo de Preparación*, Guayaquil, 2005
4. MARTINEZ M., “Diagramas Causa – Efecto, Pareto y Flujo-gramas”, www.gestiopolis.com, Abril, 2006
5. SALES M., “Diagrama de Pareto”, www.gestiopolis.com, Abril, 2006
6. GESTIOPOLIS, Diagrama de Flujo, www.gestiopolis.com, Abril, 2006
7. HODSON W., *Maynard, Manual del Ingeniero Industrial*, Cuarta Edición, Tomo I, Editorial Mc. Graw Hill
8. GESTION DE RECURSOS, “Estudio de Trabajo”, www.gestiopolis.com, Abril, 2006
9. SOCIEDAD LATINOAMERICANA PARA LA CALIDAD, “Diagrama de Flujo”, www.gestiopolis.com, Abril, 2006

10. SMED, "Single Minute Exchange of Dies, Cambio de Dados en Menos de Diez Minutos", www.gestiopolis.com, Abril, 2006
11. MARIN F., DELGADO J., "Las Técnicas Justo a Tiempo y su Repercusión en los Sistemas de Producción", www.gestiopolis.com, Junio, 2006
12. PRIMEX, "Quick Changeover, Una alternativa más para la Industria Manufacturera", www.primexpr.com.org, Abril, 2006
13. PRODUCTIVITY PRESS, *Kaizen para Preparaciones Rápidas de Máquinas*, Productivity Press, 2005
14. PRODUCTIVITY PRESS, *Quick Changeover for Operators: The SMED System*, Productivity Press, 2005
15. RUSSELL L., *Pit Stop, Como Mejorar las Operaciones con Encoladora Plegadora Flexo-gráfica, Troquelador Rotativa en la Fabricación de Cajas de Cartón Corrugado*, ACCCSA, México, 2000