



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Propuesta para Aumentar la Productividad en un Proceso de
Latas Barnizadas para Conservas”

EXAMEN COMPLEXIVO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Jorge Daniel Zambrano Loor

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme cada día.

A mis Padres por brindarme la educación y sus enseñanzas que me han convertido en la persona que soy hoy en día.

A mi esposa por su constante apoyo y empuje en cada meta a cumplir.

Al Dr. Barcia por su invaluable aporte en la elaboración de este proyecto.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

A MIS HERMANAS

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO FIMCP

Dr. Kleber Barcia V. Ph.D.
DIRECTOR DEL TFG

Ing. Juan Calvo Uriguen
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

JORGE DANIEL ZAMBRANO LOOR

RESUMEN

El trabajo a presentar está enfocado en las mejoras que se pueden obtener en una línea de producción de latas barnizadas para una empresa elaboradora de envases para productos de conservas, que en base a su compromiso de calidad, realiza procesos de mejora continua. La empresa tiene tres áreas de producción que son: área de barnizado, área de formación de envase mediante embutición y área de formación de envase mediante soldadura. Entre las tres áreas, la de latas barnizadas es la que abastece a las otras dos como producto semielaborado (láminas cortadas y barnizadas). El objetivo es un incremento del tiempo de ciclo un 10 %, y un incremento mínimo del 7% en la utilización del recurso montacargas para la producción en la línea de producción objeto de estudio, dichas mejoras pueden ser consideradas para las otras líneas de producción y cumplir con los planes de mejoras continuas que tiene la empresa.

La línea de producción seleccionada fue la que se denomina como Línea 3 mediante la Función de Valor de Sumas Ponderadas, a la cual se debe plantear mejoras de acuerdo a los criterios establecidos que se utilizaron para la ponderación. Luego de esto, se realizó el levantamiento de la información para conocer detalles de cada actividad y realizar el diagnóstico actual de los problemas generales de la misma;

luego se realizó un diagrama de Pareto para encontrar los problemas críticos más relevantes; finalmente con los resultados obtenidos se procede a realizar el diagrama de Causa-Efecto de los problemas seleccionados.

Los problemas de mayor relevancia son: Tiempo alto por alimentación de bultos, tiempo alto por paras mecánicas, tiempo alto por lavado de barnizadora, tiempo alto por cambio de rodillos.

Una vez realizada la identificación de los problemas detallados, se procede a plantear las posibles alternativas de mejoras para mitigar estos problemas.

Posteriormente se realizan los análisis de las mejoras planteadas y costo-beneficio de las mismas para evidenciar el ahorro desde el punto de vista financiero.

Finalmente se detallan las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado para continuar con la metodología de la mejora continua.

ÍNDICE GENERAL

| | Pag. |
|--|-------------|
| RESUMEN | vi |
| ÍNDICE GENERAL | viii |
| ABREVIATURAS | xii |
| SIMBOLOGÍA | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiv |
| ÍNDICE DE TABLAS | xvi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1 | |
| 1. GENERALIDADES | 2 |
| 1.1 Antecedentes..... | 2 |
| 1.1.1 Inicios de la Empresa..... | 4 |
| 1.1.2. Evolución de la Empresa | 4 |
| 1.1.3 Estructuras de las Áreas..... | 5 |
| 1.1.4 Descripción del Proceso Productivo | 7 |
| 1.2 Planteamiento del Problema..... | 14 |
| 1.3 Objetivos..... | 15 |
| 1.3.1 Objetivo General | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 15 |
| 1.4 Justificación..... | 16 |
| 1.5 Metodología..... | 17 |
| 1.6 Estructura de la Trabajo de Grado | 20 |
| CAPÍTULO 2 | |
| 2. MARCO TEÓRICO | 22 |
| 2.1 Diagrama de Flujo | 22 |
| 2.2 Diagrama Causa-Efecto | 25 |
| 2.3 Análisis de Pareto | 27 |
| 2.4 Función de Valor de Sumas Ponderadas | 29 |
| 2.5 Layout (Distribución de planta)..... | 31 |
| 2.6 Indicadores de Tiempo de Ciclo y Productividad..... | 37 |
| CAPÍTULO 3 | |
| 3. SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN OBJETO ESTUDIO | 43 |
| 3.1 Analisis de la Producción de Planta | 44 |
| 3.2 Análisis de los Niveles de Eficiencia de las Líneas de | 46 |
| Producción | 46 |
| 3.3 Análisis de la Capacidad Instalada vs. Producción Real de | 48 |

| | |
|--|------------|
| Líneas | 48 |
| 3.4 Selección de la Línea Estudio..... | 51 |
| CAPÍTULO 4 | |
| 4. ANALISIS DE LA LINEA SELECCIONADA | 57 |
| 4.1 Descripción del Proceso de la Línea Seleccionada..... | 58 |
| 4.2 Descripción de Problemas de la Línea Seleccionada | 66 |
| 4.2.1 Aplicación de Diagramas de Pareto..... | 66 |
| 4.2.2 Aplicación de Análisis de Causa – Efecto..... | 76 |
| 4.2.3 Análisis de los Recursos de la Línea Seleccionada..... | 81 |
| CAPÍTULO 5 | |
| 5. PROPUESTA DE MEJORA | 85 |
| 5.1 Diseño de la Propuesta de Mejora | 86 |
| 5.2 Implementación de la Propuesta de Mejora | 89 |
| 5.3 Análisis de los Resultados..... | 113 |
| 5.4 Análisis Costo – Beneficio | 115 |
| CAPÍTULO 6 | |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 120 |
| 6.1 Conclusiones..... | 121 |

6.2 Recomendaciones..... 123

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

cm. Centímetros

cpo. Cuerpo

kg. Kilogramos

min. Minutos

mm. Milímetros

Pa. Pascal

seg. Segundos

T. Tapa

un. Unidades

SIMBOLOGÍA

\$ Dólares Americanos

% Porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Figura 1.1 Estructura Organizacional..... | 6 |
| Figura 1.2 Bobinas de Hojalatas | 7 |
| Figura 1.3 Diagrama Morfológico del Proceso de Fabricación de Envases Embutidos | 8 |
| Figura 1.4 Metodología del Trabajo de Grado | 19 |
| Figura 2.1 Símbolos del Diagrama de Procesos | 24 |
| Figura 2.2 Estructura del Diagrama de Ishikawa..... | 27 |
| Figura 2.3 Diagrama de Pareto | 29 |
| Figura 2.4 Ventajas y Desventajas en Tipos de Distribución de Planta | 36 |
| Figura 2.5 Tipos de Distribución de Planta | 36 |
| Figura 2.6 Indicadores de Producción..... | 42 |
| Figura 3.1 Medidas y Especificaciones de Hojalata a ser Barnizada | 44 |
| Figura 3.2 Total de Producción Expresado en % con Respecto al Total de Latas Producidas | 45 |
| Figura 3.3 Eficiencias de las Líneas de Producción..... | 47 |
| Figura 3.4 Eficiencia de Línea en Base a Capacidad vs. Producción Real..... | 51 |
| Figura 3.5 Resultado Función de Valor de Sumas Ponderadas | 55 |
| Figura 4.1 Alimentación de Bulto a Línea 3 | 61 |
| Figura 4.2 Quemado y Barnizado de Lámina..... | 62 |
| Figura 4.3 Horneado de Lámina..... | 63 |
| Figura 4.4 Paletizado de Láminas..... | 64 |
| Figura 4.5 Total de Minutos Programados vs. Total de Minutos Perdidos | 70 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Figura 4.6 | Total de Minutos Perdidos en Línea..... | 71 |
| Figura 4.7 | Diagrama de Pareto de Anomalías Presentadas en Línea | 72 |
| Figura 4.8 | Minutos Totales de Para en Línea en el Semestre | 75 |
| Figura 4.9 | Alimentación de Bulto | 77 |
| Figura 4.10 | Lavadora de Barnizadora..... | 78 |
| Figura 4.11 | Problemas Mecánicos..... | 79 |
| Figura 4.12 | Cambio de Rodillos | 80 |
| Figura 4.13 | Diagrama de Flujo – Barnizado de Bulto..... | 82 |
| Figura 5.1 | Transporte de Línea de Corte | 94 |
| Figura 5.2 | Apiladores de la Línea de Corte..... | 94 |
| Figura 5.3 | Altura del Apilador B | 96 |
| Figura 5.4 | Propuesta de Estación de Trabajo de Químicos de Limpieza de Maquina | 106 |
| Figura 5.5 | Ejemplo de Mesa Elevadora de Bulto y Succionadores al Vacío ... | 109 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pag. |
|--|------|
| Tabla 1 Niveles de Producción por Especificación de Lata | 46 |
| Tabla 2 Unidades de Láminas Producidas por Línea en el Semestre | 48 |
| Tabla 3 Características de Cada Línea de Producción | 49 |
| Tabla 4 Comparativo de Eficiencia de Línea entre Capacidad Instalada y Producción Real (un.) | 50 |
| Tabla 5 Criterios de Selección con los Pesos W_j | 52 |
| Tabla 6 Función de Valor V_i Obtenidos de Cada Línea de Producción..... | 54 |
| Tabla 7 Láminas por Bulto según Especificación de Lámina a Producir | 58 |
| Tabla 8 Tipo de Rodillo para Tipo de Espesor de Lámina..... | 60 |
| Tabla 9 Tipo de Barniz a Utilizar por Lámina..... | 60 |
| Tabla 10 Total de Tiempo Expresado en Minutos Utilizados en Línea..... | 67 |
| Tabla 11 Porcentaje Acumulado por Tiempos Utilizados en Línea | 69 |
| Tabla 12 Tiempo Total de Problemas en el Semestre en Línea Expresado en Minutos | 74 |
| Tabla 13 Uso del Recurso Montacargas por Especificación Expresada en Kgs. y %..... | 83 |
| Tabla 14 Calculo de Láminas a Aumentar según Capacidad Máxima | 91 |
| Tabla 15 Calculo de Alturas para Aumento de Laminas en Bulto..... | 95 |
| Tabla 16 Costo de Obra Civil..... | 97 |
| Tabla 17 Costo de Trabajo Metalmecánico | 98 |
| Tabla 18 Tipos de Láminas Incrementadas por Bulto | 99 |
| Tabla 19 % Utilización de Recurso Máquina Aumentado con Incremento de Láminas | 100 |
| Tabla 20 Ciclo del Tiempo Total del Bulto en Barnizadora..... | 101 |
| Tabla 21 Reducción de Minutos por Tiempo Alto en Alimentación de Bulto | 102 |
| Tabla 22 Reducción de Minutos por Tiempo Alto en Cambio de Rodillos | 103 |

| | | |
|-----------------|---|-----|
| Tabla 23 | Reducción de Minutos por Tiempo Alto en Lavado de Barnizadora .. | 104 |
| Tabla 24 | Alternativas de Mejoras para Pérdida de Tiempo por Problemas Mecánico..... | 109 |
| Tabla 25 | Alternativas de Mejoras para Pérdida de Tiempo por Cambio de Rodillos | 111 |
| Tabla 26 | Costo en Dólares de la Mano de Hora Hombre | 116 |
| Tabla 27 | Costos y Beneficios del Aumento del Número de Láminas por Pallets en el Semestre Analizado | 116 |
| Tabla 28 | Costo y Beneficios de la Disminución de Tiempo por Compra de Soporte de Tambores Químicos Semestre Analizado | 117 |
| Tabla 29 | Costo y Beneficios de la Disminución de Tiempo por Compra de Carretillas para Rodillos en Semestre Analizado | 118 |
| Tabla 30 | Total Costos y Beneficios de la Propuesta a Implementar en Semestre Analizado | 119 |

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas que se mantienen en el mercado y que pretenden ser líderes en cada uno de sus campos en los cuales son especializados, necesitan reducir sus costos para ser más rentables y aumentar la calidad de sus productos y servicios que ofrecen a los clientes. Para esto, las empresas están enfocadas a mejorar sus procesos para eliminar actividades innecesarias mediante metodologías como la de mejora continua y así poder estar a la par de sus competidores que buscan ganar más mercado y ser mucho más competitivos.

Las empresas dedicadas a la elaboración para productos de conservas cada año tienen un incremento en sus demandas debido al alto consumo del producto enlatado tanto en el mercado nacional como internacional, por lo cual, es necesario que sean eficientes para poder cumplir con este incremento.

El proyecto que se presenta a continuación tiene como objetivo principal la reducción de los tiempos perdidos del proceso productivo de barnizado de la hojalata del área de Litobarnizado perteneciente a una empresa dedicada a la elaboración de envase para conserva.

Para el análisis de este trabajo se utilizan herramientas aprendidas a lo largo de la carrera entre las cuales se tienen estudio de tiempos y movimientos, elaboración de diagramas de flujos, diagrama de Pareto, diagrama de causa-efecto, entre otras. El planteamiento de posibles mejoras a ser implementadas aporta al área para así contribuir con estudios del mismo tipo de las diferentes líneas de producción y seguir buscando la mejora continua.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Para este proyecto y para proponer una mejora se detallan los aspectos básicos de la empresa, su estructura por áreas y los factores que intervienen para el correcto flujo del proceso productivo. En esta sección, se presentan aspectos generales de la empresa conociendo sus inicios, hasta llegar a describir lo que es actualmente junto con la visión hasta dónde quiere llegar, para luego continuar con una descripción de la planta y los procesos que son llevados a cabo en la línea de producción.

1.1.1 Inicios de la Empresa

La empresa XYZ S.A., es una empresa industrial ecuatoriana, fundada en el año de 1973, localizada en la ciudad de Guayaquil. Su objetivo principal fue la fabricación de envases sanitarios metálicos para conservas alimenticias y envases metálicos para productos industriales.

Luego de más de dos décadas produciendo envases para alimentos de conservas y para productos industriales deciden enfocarse en la producción de envases para productos de conservas alimenticias y venden la maquinaria para envases industriales.

Debido a la confianza en la calidad de sus productos y al incremento de la demanda, hoy lideran el mercado ecuatoriano en los diversos nichos de envases para conservas alimenticias ya sean de: pescado, mariscos, carnes, vegetales, frutas.

1.1.2. Evolución de la Empresa

Para mantenerse pionero en el mercado y debido a la industrialización de empresas potenciales competidoras en el año 1999, la empresa XYZ comienza a introducir sus productos en mercados internacionales de Europa y América del Norte.

En el año 2000 moderniza sus líneas de producción para ofrecer envases con litografías a sus clientes sobre la lata directamente en foto montajes en base a tinta especial.

En el 2005 aumentan su capacidad productiva comprando maquinaria de alta tecnología e inician la ampliación de galpones en sus bodegas para almacenar la demanda que sobrepasaba su capacidad de almacenamiento.

En el 2010 las operaciones de la empresa se incrementan nuevamente debido a la venta de envases abre fácil para empresas clientes lo que incide en alquilar galpones físicos y compra de maquinarias de segunda para garantizar las entregas a sus clientes.

1.1.3 Estructuras de las Áreas

Para conocer un poco más de la cadena administrativa y de operaciones de la empresa es importante conocer su estructura organizacional, la cual funciona de manera lineal lo que permite una mejor comunicación entre las áreas y utilizar los recursos de manera apropiada aplicando los controles adecuado para su buen funcionamiento. La estructura de las áreas esta detallada en la figura 1.

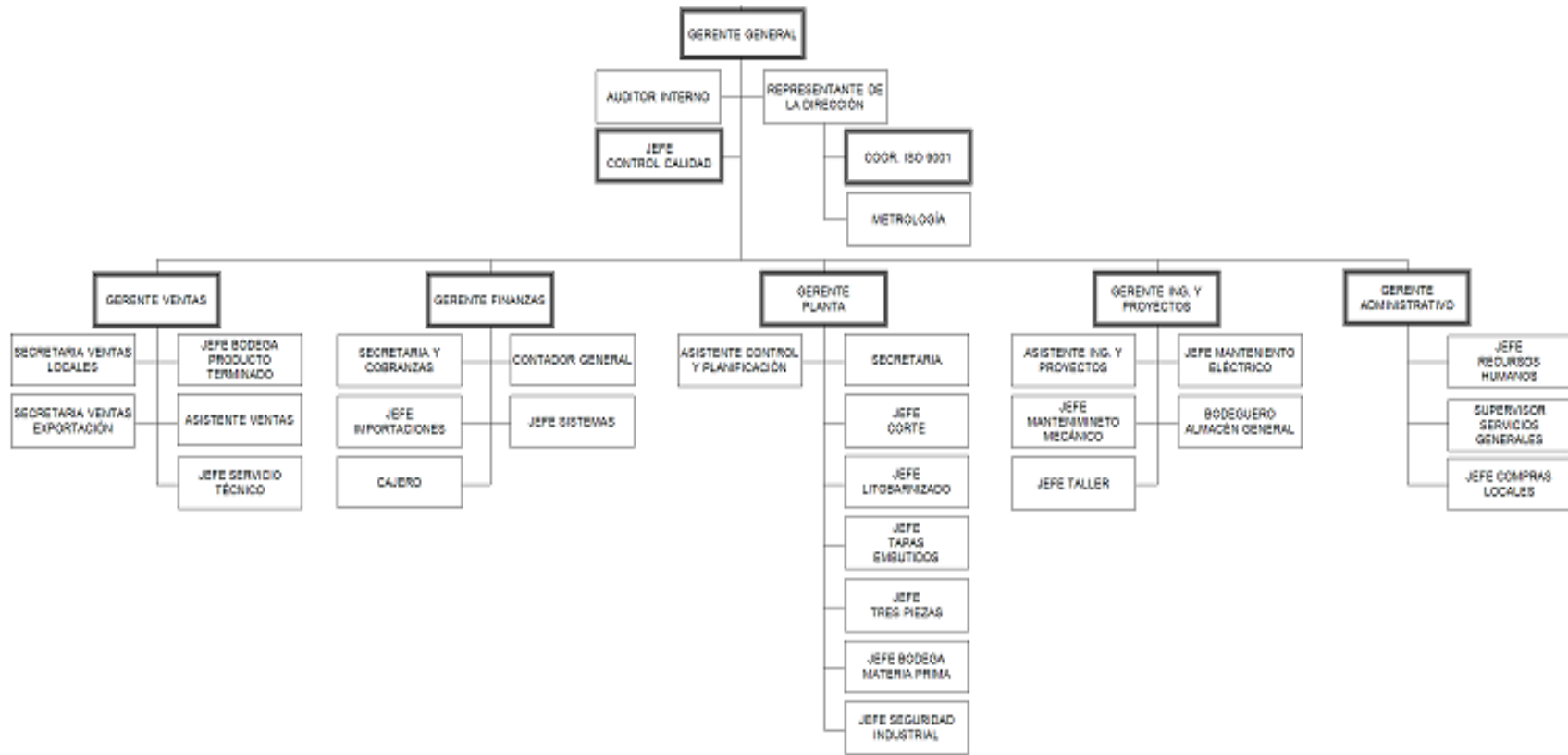


FIGURA 1. 1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

1.1.4 Descripción del Proceso Productivo

Proceso de la Fabricación de los Envases Sanitarios

El proceso empieza desde la recepción de las bobinas de hojalatas que vienen de distintos proveedores extranjeros como Brasil, Alemania, Chile, EEUU de acuerdo a las especificaciones solicitadas y a la calidad de la hojalata, cabe recalcar que para las compras se toma en cuenta todos los factores como tiempo de despacho, tiempo de viaje, tiempo de entrega dentro del país y tiempo de seguridad por alguna eventualidad que se llegase a presentar.



FIGURA 1.2 BOBINAS DE HOJALATAS
FUENTE: INTERNET, www.Alibaba.com



FIGURA 1.3 DIAGRAMA MORFOLÓGICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES EMBUTIDOS

El proceso empieza en la línea de corte y es el siguiente:

Primer Proceso

Línea de Corte

Las bobinas almacenadas en las bodegas son requeridas de acuerdo al plan de producción de la semana donde empezará con el abastecimiento a la línea de corte.

Volteador: Se coloca la bobina en posición vertical con el montacargas donde el operario prepara la bobina quitando la protección que tiene contra el agua, el operario acciona el volteador dejando la bobina de forma vertical para que un carro hidráulico la lleve hasta el mandril.

Mandril: La bobina pasa a ser ajustada por medio de un pin expandible por el centro a la bobina donde se ajusta al diámetro del orificio de la bobina dejándola firme para que entre al enderezador.

Enderezador: El enderezador sirve para eliminar la curvatura de la hojalata y las ondas laterales de las mismas producidas por la manipulación de la bobina. El sistema consiste en varios rodillos que activados reducen la curvatura de la lata para pasar a cortar la lata con las especificaciones dadas al operario.

Cabe destacar que en esta parte del proceso se tiene implícito un control de calidad (Visual), esto es, la lámina pasa por unos enderezadores sobre una cama de rodillos que tienen dos espejos tanto en la parte superior como interior que sirven para identificar si la lámina a cortar se encuentra limpia sin suciedad, manchas de óxido, ralladuras, etc.

Prensa: En esta parte del proceso el operador instala un troquel de corte de acuerdo a las especificaciones requeridas, estos troqueles tienen diferente tamaño como forma, pueden ser troqueles para láminas de corte recto y para láminas de corte ondulado (scroll).

Clasificado y Apilado: La lámina al ser cortada es transportada hacia depósitos temporales donde se apilan la hojalata de acuerdo a estándares implantados por la empresa para cierta medida de hojalata, lo más común y con las medidas que más se trabajan permiten un apilamiento de hojalata de 1500 y 1700 láminas por bulto. Esta etapa cuenta con dos cavidades A y B para el depósito de la hojalata, mediante contadores electrónicos, cuando se cuenta la cantidad de láminas apiladas automáticamente la cama de rodillos hace correr las hojalatas hacia la otra cavidad hasta que la anterior sea vaciada por el operario de la línea.

Cabe destacar que entre las dos etapas existe un control de calidad que consiste en un ojo electrónico llamado PinHole que detecta si la hojalata que está siendo cortada no tiene algún tipo de orificio, si el sensor lo detecta automáticamente la línea lo deposita en una cavidad llamada C que va a formar parte del desperdicio de hojalatas diaria.

Segundo Proceso

Barnizado

Una vez las láminas apiladas de acuerdo al estándar que tiene la empresa, los bultos de láminas son transportado a la línea de Barnizado, esta línea consta de tres etapas que son: Quemado, Barnizado y Horneado.

Quemado: Las láminas una vez accionada la línea pasan por un sistema de quemado llamado "Antiflecking" con el fin de eliminar todas las impurezas que trae la lámina así como el exceso de lubricantes que tienen las mismas.

Barnizado: Una vez flameada la lámina se pasan por los rodillos barnizadores para obtener la capa de barniz adecuado que necesita la lámina para completar su procesamiento.

Horneado: La lámina pasa por el horno de la línea a una temperatura establecida para el tipo barniz que se utiliza para su adecuada adhesión y

secado a la lámina donde es apilado nuevamente para continuar con su procesamiento.

Tercer Proceso

Parafinado:

El proceso de parafinado consiste en aplicarle a la lámina una pequeña capa de lubricante conocido como parafina que tiene la propiedad de permitir a la hojalata estirarse al momento de formar el envase en el proceso llamado de embutición, también sirve como un medio de enfriamiento al momento de embutirlo.

Cizalla Rescroll

Los bultos que contienen las láminas barnizadas son trasladados a una línea, donde es parafinado el producto y luego cortada cada lámina en tiras, de acuerdo al depósito del alimentador de las prensas y al arreglo geométrico de los troqueles que funcionan en la prensa de primera operación.

Cabe mencionar que el corte rescroll es diferente al corte recto, ya que es un sistema de zigzag con el que se consigue un ahorro aproximado del 10%. En esta operación de corte, es necesario verificar el ancho, el largo y el descuadre de las tiras cortadas.

Embutición Simple (Primera Operación)

Los bultos cortados en tiras se trasladan a una prensa que es la que mediante una herramienta apropiada llamada troquel, realiza la operación de embutido del envase, operación que comprende 3 etapas que se realizan en aproximadamente 100 veces por minuto: corte, embutido y estampado.

De esta operación sale un envase con la altura final que debe tener, y únicamente requiere pasar a una segunda máquina para cortar la pestaña o anillo al diámetro requerido para el cierre con la tapa, es por eso que en esta operación se toma muestras para verificar lo siguiente:

- Calidad de embutido, no debe haber rayaduras.
- Altura del envase (debe ser la final con su respectiva tolerancia).
- Estampado en el que se debe observar la existencia de fisuras o cualquier otro defecto visual.

Recortador de Anillo (Segunda Operación)

En esta operación el envase es trasladado automáticamente por un transportador de banda a una segunda prensa, la que mediante un troquel se hace el corte del anillo para eliminar el exceso de pestaña, y obtener una uniformidad concéntrica en el diámetro.

Tester (Comprobador)

Esta operación consiste en el paso de los envase por una máquina de varios bolsillos donde cada envase es probado automáticamente, con una presión de aire de aproximadamente 96×10^3 Pa. De existir envase con defectos que podrían hacer pequeñísimos orificios, rasgaduras, fisura en el fondo, paredes, pestañas incompletas, etc., el probador lo rechaza automáticamente en esta operación, es necesario tomar muestras cada hora para probar resistencia interna de los envases y la cantidad de vacío que resistiría al ser utilizados como revisiones complementarias.

Paletizado

Luego del tester mediante cable transportador los envases son trasladados hasta los paletizadores, donde se hace un embalaje que contiene 6.299 unidades, este pallets es forrado ya sea con láminas plásticas o con planchas de cartón, para ser almacenadas en la bodega de producto terminado, para luego ser despachados a los clientes.

1.2 Planteamiento del Problema

XYZ es una planta dedicada a la elaboración de envases para productos de conservas. Como parte primordial a la cadena de elaboración del producto terminado el área de Litobarnizado es un área fundamental y es la que da la

pauta para el inicio de operaciones para el procesamiento de los diferentes envases que tiene la empresa, actualmente el área de Litobarnizado presenta anomalías como tiempos de ciclos cortos, pérdida de tiempo por cambios de formato y subutilización en espacio físicos y recursos, lo cual repercute en tiempos de procesos extensos y aprovisionamiento de materiales lento a las otras áreas de la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- El objetivo es aumentar el tiempo de ciclo un 10 % y un incremento mínimo del 7% en la utilización de los recursos montacargas para la producción de latas barnizadas en una empresa elaboradora de envases para conservas.

Esta mejora aportará a la productividad del resto de los eslabones de la cadena de producción para su planificación y cumplimiento de acuerdo al plan maestro de la planta.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar recopilación de datos del área de Litobarnizado.
- Establecer puntos críticos de la línea de producción seleccionada.

- Realizar análisis del uso de los recursos en el área.
- Establecer Diagramas Causa-Efecto de los datos recopilados.
- Analizar tiempos de ciclos de la línea seleccionada.
- Plantear las posibles soluciones a los problemas encontrados de la línea seleccionada.
- Realizar los resultados obtenidos con las medidas a implementar.

1.4 Justificación

La demanda de envases para conserva es cada vez mayor debido al consumo interno y externo de productos enlatados de sus clientes a los cuales proveen los envases por lo que la empresa debe realizar procesos de mejoras continuas para garantizar su liderazgo en el mercado ofreciendo sus productos con los estándares de calidad que hasta hoy en día le permiten seguir liderando su nicho de mercado.

Es por esto que en busca de mejoras en sus procesos productivos se pretende con este estudio incrementar la productividad en una de las líneas del área de Litobarnizado de acuerdo a un análisis exhaustivo en cuanto a tiempos y movimientos del proceso para disminuir desperdicios, optimizar recursos y operaciones sin llegar a realizar grandes inversiones mediante herramientas de lean manufacturing,

1.5 Metodología

La metodología a seguir se basa en la definición del problema que se presenta en la empresa XYZ mediante un análisis realizado durante seis meses en una de las líneas de producción en el área de Litobarnizado, en la cual, se definen objetivos con el fin de proponer mejoras.

La recopilación de la información con la que cuenta en sus turnos de producción en cuanto a cantidad producida, cantidad estimada a producir, porcentajes de desperdicios en tiempo de procesos, información del tiempo del ciclo del proceso. Toda la información es tomada en tiempo real y es comparada en base a los planes de producción del área. Dicha información se utilizará para analizar los datos y presentar propuestas de mejoras para el área.

El levantamiento de la información se la realizó durante un semestre completo la cual sirvió para realizar un diagnóstico situacional del área para poder evidenciar los puntos importantes donde se podrán encontrar mejoras.

Se realiza la recopilación de los datos mediante diagramas de flujo, diagramas de Causa – Efecto, esto se lo realizó con el jefe de línea y sus supervisores para poder ser más específicos al momento de señalar las causas de sus problemas,

Se procede a realizar la identificación de los problemas críticos del proceso, esto se procede a revisarlo conjuntamente con las personas relacionadas a dichos procesos.

Una vez conocido el proceso de manera general se procede a realizar un estudio de tiempos para conocer cada tiempo específico por proceso y por actividad. Este estudio sirve como base para conocer los tiempos y buscar las mejoras esperadas para optimizarlo.

Luego de este análisis se procede a plantear las posibles soluciones, estas tienen como finalidad solucionar o minimizar los problemas encontrados en los análisis realizados anteriormente, dichas mejoras apuntan al propósito de esta investigación como objetivo principal. Una vez obtenidos los resultados mediante la implementación de dichas mejoras se determina un análisis costo-beneficio como parte de la revisión de los resultados obtenidos, los mismos que son analizados para conocer el cumplimiento de los objetivos planteados.

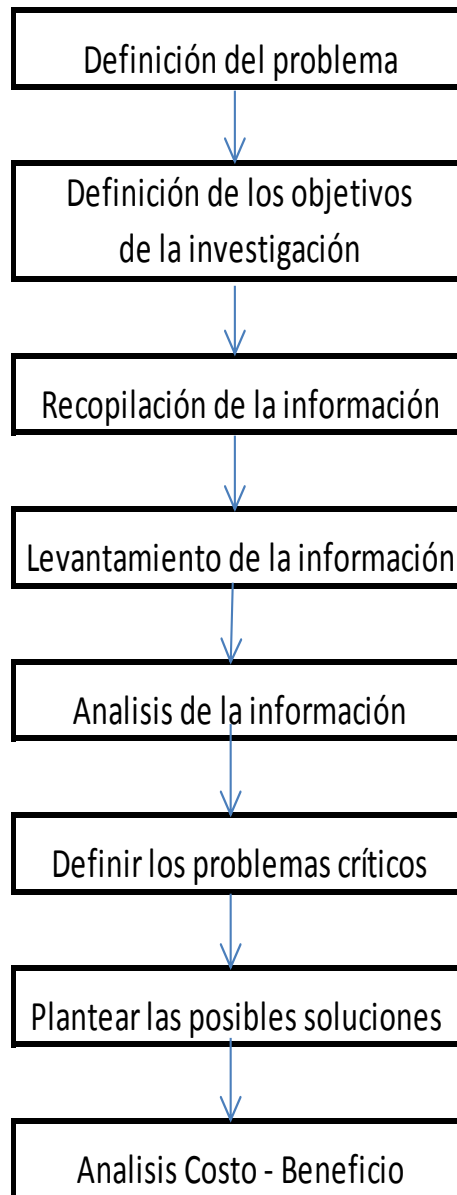


FIGURA 1.4 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO

1.6 Estructura de la Trabajo de Grado

El capítulo uno trata sobre antecedentes de la empresa en la cual se enfoca el presente trabajo, se plantea el problema y se definen los objetivos generales y específicos, los cuales se pretenden cumplir al finalizar dicho trabajo de grado. Se plantea la justificación y la metodología a seguir en el presente trabajo.

El capítulo dos trata sobre el marco teórico, en el cual se tiene un grupo general de conceptos y definiciones que serán utilizadas en la presente investigación, en el mismo se trata sobre Diagramas de Flujos, Diagramas de Causa – Efecto, Diagrama Pareto e indicadores de productividad y tiempos de ciclos.

El capítulo tres trata sobre el alcance del estudio a realizar para la selección de la línea de producción. Para esto se necesita recopilar la información referente a los análisis de la producción de la planta, el análisis de los niveles de eficiencia de las líneas de producción y el análisis de la capacidad instalada vs la producción real alcanzada por líneas. Con esta información se toma una decisión sobre la línea a estudiar, de acuerdo al grado de importancia que le den a sus valores.

En el capítulo cuatro se realiza el análisis de la línea seleccionada, para esto se debe conocer los procesos de dicha línea, donde se realiza el análisis de los problemas presentados de la misma forma se realiza el análisis del flujo del proceso, análisis de sus tiempos de ciclo y medición actuales del uso de los recursos.

En el capítulo cinco se propone las mejoras para la línea analizada con el fin de implementarlas en cuanto a su capacidad de máquina para realizar una optimización de los recursos; luego se realizan los análisis de los resultados obtenidos y se realiza un análisis costo – beneficio de las mejoras implementadas.

En el capítulo seis se detallan las conclusiones y recomendaciones del resultado del trabajo realizado en este trabajo de grado.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de pasos a realizar para producir un cierto resultado, que puede ser un producto material, una información, un servicio o una combinación de los tres. Se utiliza en gran parte de las fases del proceso de Mejora Continua, sobretodo en Definición de proyectos, Diagnóstico, Diseño e Implantación de soluciones, y Mantenimiento de las mejoras. Para elaborar un diagrama de flujo se utilizan diversos símbolos según el tipo de información que contengan (proceso, decisión, base de datos, conexión, etc.) [1].

Cómo interpretar un Diagrama de Flujo:

Existen dos niveles de interpretación, comprensión del proceso y mejora del mismo. La mejor manera de adquirir conocimiento sobre un proceso en curso es recorrer el proceso representado en el diagrama de flujo, paso a paso, siguiendo el flujo indicado por las flechas. Por esto, y dado que los equipos de mejora suelen estar constituidos por representantes de departamentos que sólo conocen en profundidad una de las partes del proceso, es recomendable plantearse como primer objetivo el de adquirir un mejor conocimiento común completo del proceso en su conjunto. El error más común es no documentar el proceso real o no actualizarlo.

Cómo Elaborar un Diagrama de Flujo:

- Discutir la utilización del diagrama de flujo.
- Decidir sobre el resultado de la sesión.
- Definir los límites del proceso, identificando el primer y último paso necesario.
- Documentar cada paso secuencialmente.
- En puntos de decisión o bifurcación escoger una rama.
- Seguimiento del proceso desconocido, tomar nota y continuar.
- Repetir los pasos 4, 5 y 6 hasta alcanzar el último paso del proceso.

- Retroceder y trazar el diagrama de las otras ramas siguiendo el mismo proceso.
- Revisión completa sin omitir pequeños bucles o casos especiales.
- Decidir cómo rellenar aquellas partes del proceso que no son bien conocidas.
- Analizar el diagrama una vez seguros de que el diagrama está completo







| SÍMBOLO | FUNCIÓN |
|---|---|
|  | <i>Operación:</i> Indica las fases del proceso, es la ejecución De un trabajo en una parte del producto. |
|  | <i>Inspección:</i> Indica las inspecciones realizadas en el proceso, utilizado para un control de calidad. |
|  | <i>Transporte:</i> Indica los movimientos que tiene para el material de un lugar a otro. |
|  | <i>Almacenamiento:</i> Indica cuando un objeto se mantiene protegido contra movilización no autorizada. |
|  | <i>Demora:</i> Ocurre cuando el operario deja a un objeto en espera, sin que se realice ningún tipo de actividad. |
|  | <i>Actividades Combinadas:</i> Cuando se desea indicar, varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo. |

FIGURA 2.1 SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA DE PROCESOS

2.2 Diagrama Causa-Efecto

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa [2].

Cómo Interpretar un Análisis Costo-Beneficio:

El diagrama causa-efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos se puede probar las causas de los fenómenos observables. Errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante.

Cómo Elaborar un Análisis de Costo-Beneficio:

- Definir claramente el efecto o síntoma cuyas causas han de identificarse.
- Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole.
- Usar Brainstorming o un enfoque racional para identificar las posibles causas.
- Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas de 70°.
- Añadir subcausas a las causas principales a lo largo de las líneas inclinadas.
- Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).
- Comprobar la validez lógica de la cadena causal.
- Comprobación de integridad: ramas principales con, ostensiblemente, más o menos causas que las demás o con menor detalle.

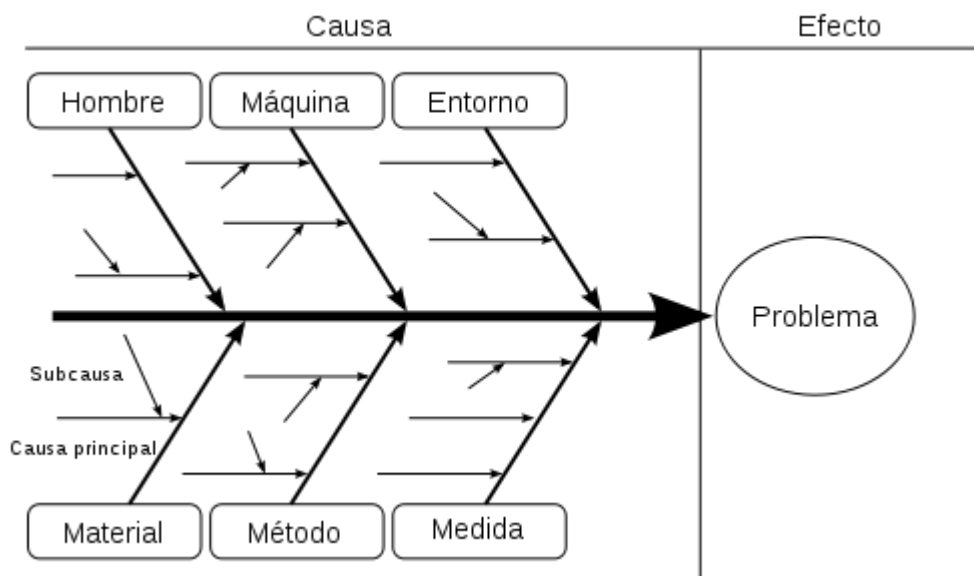


FIGURA 2.2 ESTRUCTURA DEL DIAGRAMA DE ISHIKAWA

2.3 Análisis de Pareto

El análisis de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la Asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el Diagnóstico de Causas y en la Solución de las mismas [3].

Cómo Interpretar un Análisis de Pareto:

El objetivo es utilizar los hechos para encontrar la máxima concentración de potencial de mejora con el mínimo número de soluciones, separando los

pocos elementos pero vitales relativos al problema, de los muchos y útiles. El equipo responsable del proyecto identificará los elementos vitales mediante el porcentaje acumulado del total, que dirá qué elementos (pocos) contribuyen en el problema en un alto porcentaje. Normalmente, este bajo número de elementos, sobre el 20%, constituirá aproximadamente un 80% del problema.

La solución se focaliza entonces en estos pocos elementos, pero vitales, separados del resto por un Punto de Inflexión en el gráfico lineal del porcentaje acumulado del total.

Cómo Elaborar un Análisis de Pareto:

- Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
- Reordenar los elementos de mayor a menor.
- Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
- Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
- Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
- Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
- Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
- Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.

- Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.



FIGURA 2.3 DIAGRAMA DE PARETO
FUENTE: INTERNET, www.iaf.es

2.4 Función de Valor de Sumas Ponderadas

Definición

Esta función consiste en asignar valores ponderados de peso relativo, al cual se lo denomina "Wj", que son estimados de acuerdo a la importancia que se le atribuye a cada criterio de selección denominado por el subíndice "j". La expresión final que permita definir la calificación final de cada alternativa, denominada por el subíndice "i", se denomina Función de Valor, cuya expresión es la siguiente [4]:

$$V_i = W_1 f_{i1} + W_2 f_{i2} + \dots + W_n f_{in}.$$

Donde:

V_i : Función de valor ponderada para la alternativa "i".

W_j : Peso asignado al criterio "j".

f_{ij} : Valor asignado al criterio "j" de la alternativa "i".

n: Número de días

Características

- "Wi" va a estar determinado en forma subjetiva recogiendo varios criterios de personas de experiencia o personas que tengan los conocimientos necesarios sobre las líneas con las que cuenta la empresa.
- Sirve para seleccionar la alternativa más idónea según los valores de los criterios que se consideren importantes por el grupo de decisión.

Ventajas

- Es una herramienta que nos ayuda a poder tomar una decisión.

- Es un sistema de relaciones que permiten asignar a cada alternativa un resultado con el cual podamos tomar una decisión.

Desventajas

- Los valores de W_j son valores subjetivos, pues depende de la estimación que sea asignada por un decisor o un grupo de decisores.

2.5 Layout (Distribución de planta)

La distribución de planta se refiere a la disposición física de los puestos de trabajo, de sus componentes, materiales y la ubicación de la maquinaria, para que fluya de mejor manera los procesos, garantizando la seguridad del trabajador y su satisfacción por el trabajo que realiza. El estudio de la distribución de planta busca contribuir al incremento de la eficiencia de las actividades que realizan las unidades que conforman una organización; así como también proporcionar a los directivos y empleados el espacio suficiente, adecuado y necesario para desarrollar sus funciones de manera eficiente y eficaz. Un estudio de la distribución de planta se lo realiza cuando existe una nueva estructura, nueva maquinaria, nuevos productos, aumento

de producción, disminución de personal, etc. También debe tomarse en cuenta al momento de realizar el estudio de la distribución de espacio, las relaciones de trabajo entre las unidades que componen la empresa, la naturaleza, el volumen, frecuencia, procurando mantener una secuencia operacional lógica, permitiendo una adecuada supervisión del trabajo y comodidad en su realización. La distribución final de planta debe ser flexible para cambios posteriores, ya sea de productos, incremento de tecnología, o mejoramiento de procesos [5].

Con la premisa de que la distribución de planta optimiza los procesos es necesarios citar los 6 principios básicos de la distribución de planta:

1. Integración de Conjunto.

La distribución óptima será la que integre al hombre, materiales, máquinas y cualquier otro factor de la manera más racional posible, funcionando como un equipo único.

2. Distancia Mínima Recorrida.

Esta distribución de planta busca adecuar los materiales, máquinas y cualquier otro factor de manera que el personal y los productos recorran distancias pequeñas entre operaciones, es decir que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente continuas.

3. Circulación o Recorrido.

La mejor distribución de planta será la que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se debe transformar o montar los materiales.

4. Espacio Cúbico.

Será mejor la distribución de planta que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que de esta manera se obtienen ahorros de espacio. Una buena distribución de planta es la que aprovecha las tres dimensiones en forma igual.

5.- Satisfacción y Seguridad.

La distribución óptima, será aquella distribución que brinde a los trabajadores seguridad y confianza para su trabajo satisfactorio.

6.- Flexibilidad.

Este principio hace referencia a que la distribución de planta efectiva será la que pueda tener ajustes o se pueda reordenar a los más bajos costos.

Tipos Básicos de Distribución de Planta.

Existe un variado número de configuraciones básicas de distribución de planta, de las cuales, sería un error decir que cierta disposición de equipos es la óptima para cada trabajo, lo que se pretende con esta descripción de distribuciones es poder implementarlas en cada una de nuestras área productivas según sea el caso.

Configuración por Posición Fija.

Cuando en un proceso de transformación los insumos, la mano de obra, las herramientas y la mayoría de los equipos y maquinarias se dirigen hacia un sitio específico a fin de darle al producto el acabado final, decimos entonces que el proceso obedece a una configuración por posición fija. Dicha configuración es propia de los grandes proyectos de producción. Los astilleros, las grandes armazones aeroespaciales y la construcción de edificios son unos pocos casos de esta clasificación.

Configuración Funcional.

Existe una gran cantidad de procesos de transformación que derivan en esta clasificación. Se dice que es una distribución por configuración funcional,

cuando el producto tiene que detenerse en varias secciones o talleres que le darán valor agregado hasta culminar con el proceso de transformación pertinente. Las secciones o talleres estarán agrupados por funciones y características de índole tecnológica, de especialización humana y estratégica a fin de cumplir con las especificaciones del producto. Ejemplos de esta configuración la posee la industria de la confección del vestido y un centro clínico asistencial.

Configuración de Línea.

Una configuración de este tipo se hace presente cuando en los procesos de transformación se unen partes que van formando paulatinamente parte del producto final. Los equipos, maquinarias, herramientas así como el recurso humano se establecen obedeciendo al orden estricto de la evolución transformativa del ensamblaje de piezas y partes en el producto final. Las plantas ensambladoras de automóviles y línea blanca poseen características propias de configuración de línea. Cuando se analiza un determinado proceso de transformación, puede presentarse el dilema en que no se sabe con certeza a qué tipo de configuración de planta obedece. Cuando ocurre esta situación lo más probable es que el sistema posea características de tipo mixto.

| DISTRIBUCIÓN | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--------------|---|--|
| FIJA | 1.- Reduce el manejo de piezas grandes 2.- Responsabilidad del trabajador por la calidad del producto 3.- Altamente flexibles 4.- No requiere una ingeniería de distribución costosa | 1.- Poca flexibilidad en los tiempo de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser mas rápido que la actividad mas lenta 2.- Inversión elevada en equipos específicos 3.- El conjunto depende de cada una de las partes, ciertos imprevistos pueden parar la cadena completa de producción |
| FUNCIÓN | 1.- Los productos comparten las mismas maquinas 2.- Capacidad instalada al máximo 3.- Flexibilidad para ejecución de trabajos 4.- Adaptabilidad a varios productos 5.- Operarios Mucho mas hábiles (manejo varias maquinas) 6.- Deteriora de una maquina no afecta mayormente el trabajo | 1.- Dificultad en fijar rutas y programas de trabajo 2.- Para optimizar el proceso se manejan grandes lotes 3.- Sistemas de control de producción difíciles |
| EN LÍNEA | 1.- Rutas definidas y directas 2.- Disminución de en retrasos de fabricación 3.- Menores cantidades de trabajo en curso (bajos inventarios) 4.- Cantidad limitada de inspección 5.- Mejor utilización de mano de obra (especialización en el trabajo) | 1.- Inversión en maquinaria 2.- Falta de flexibilidad en la ejecución del trabajo 3.- Falta de pericia en los operarios 4.- Peligro que se pare toda la línea de producción 5.- Ritmo de producción fijado por la maquina mas lenta |

FIGURA 2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

| | D. EN LÍNEA | D. POR FUNCIÓN | D. FIJA |
|-------------------------|--|---|---|
| PRODUCTO | Productos estándares con un volumen de producción alto | Productos diversificados con volúmenes de producción variables | Difíciles de mover (astilleros, trenes, edificios) o con demanda pequeña |
| FLUJO DE TRABAJO | Lineal y el mismo para todos los productos, el manejo de materiales por lo general es automatizado | La secuencia de fabricación hace que no exista rutas estándares | No existen flujos. Los recursos se trasladan hacia el producto |
| MANO DE OBRA | Hacen tareas repetitivas y rutinarias | Es calificada sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente aceptable | Alta flexibilidad, realizan operaciones diferentes según el producto |
| MAQUINARIA | Maquinaria específica para operaciones concretas | Maquinas flexibles con la capacidad de fabricar varios Productos | Maquina de propósito general y común a todos los productos que fabrica la empresa |
| UTILIZACIÓN DEL ESPACIO | Eficiente, elevada salida por unidad de superficie | Baja salida por unidad de superficie, necesidad de espacio para material en proceso | Generalmente toda la superficie es requerida por el producto |

FIGURA 2.5 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA UNIDAD PRODUCTIVA

Lo que se pretende es mejorar la productividad y una de las principales acciones con las que se debe comenzar es con una buena distribución de planta y equipo, para de esta manera disminuir los costos actuales de producción y crear ventajas competitivas. La teoría presenta una pregunta muy importante que es el pilar fundamental para emprender cambios en la distribución de planta.

Para el análisis de la distribución de planta se tendrá que recolectar los datos reales, es decir los datos de la maquinaria, frecuencias de uso, productos, personal. Los medios para recolectar los datos serán mediante diagrama de operaciones de procesos, diagrama de análisis de procesos, diagrama de recorridos, flujo gramas, gráficos de trayectorias.

2.6 Indicadores de Tiempo de Ciclo y Productividad

Existen diversas técnicas para medir la productividad de una determinada actividad económica. Una restricción para elegir el método idóneo es la disponibilidad de información estadística [6].

Concepto de Productividad Laboral y Medidas Relacionadas

La productividad laboral mide la relación entre la cantidad de trabajo incorporado en el proceso productivo y la producción obtenida. Existen dos procedimientos para medirla.

El método más común es aquél que relaciona la cantidad de producto obtenido con el número de horas hombre trabajadas durante un periodo determinado, ya sea en una unidad productiva, en un sector de actividad económica o en un país.

$$\textit{Producción media por hora hombre} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Horas Hombre Trabajadas}}$$

También la productividad laboral puede medirse a través de la relación entre la cantidad producida y el número de trabajadores ocupados.

$$\textit{Producción media por trabajador} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Número de trabajadores}}$$

Esta relación permite evaluar el rendimiento de una unidad productiva en un período determinado. Si en el transcurso del tiempo aumenta la relación entre el volumen vendido y la magnitud del trabajo incorporado, ello significa que el producto promedio del trabajo mejora; si disminuye, entonces el trabajo promedio produce menos.

Un aumento de la productividad laboral ocurre cuando la producción se eleva en un porcentaje mayor que el factor trabajo; también cuando la cantidad producida disminuye, pero las unidades de trabajo bajan a un ritmo superior; asimismo, cuando el factor trabajo aplicado es el mismo y aumenta el volumen producido: o bien, si se aplican menores unidades de trabajo y el nivel de producción se sostiene.

La situación contraria (una reducción del producto promedio) se presenta cuando la producción decrece al mismo tiempo que el factor trabajo aumenta, se mantiene constante o disminuye con menor intensidad. Asimismo, la productividad laboral baja si la producción aumenta y el trabajo también lo hace, pero en mayor medida.

La medición más sencilla de la productividad laboral se da cuando existe una empresa o una industria con un sólo producto. En ese caso, la productividad laboral se expresa en unidades de ese único producto, ya sea por hora hombre o por trabajador.

Esa es una situación excepcional, ya que usualmente se requiere medir la productividad de una empresa o de un sector de actividad donde se elaboran productos heterogéneos, o bien donde la plantilla laboral participa en varias líneas de producción.

Cuando ese es el caso, se requiere una unidad de medida que permita estandarizar las cantidades producidas de bienes diversos. Este instrumento lo constituyen los índices, que expresan las variaciones en porcentaje en el tiempo, referidos a un año base, el cual representa el inicio del período de análisis. Los índices de producción se comparan con los índices de insumos laborales para medir la productividad laboral.

Los índices de productividad laboral reportan las variaciones de la producción en relación con el factor trabajo. Sin embargo, por sí solos no permiten conocer en qué medida el mejoramiento de la productividad laboral es determinado por la mayor eficiencia del factor trabajo, o bien por el capital físico y la tecnología.

La medición de la productividad laboral al interior de una empresa facilita el conocimiento de su rendimiento, en relación al conjunto de las empresas de su misma industria.

Un indicador complementario al índice de productividad laboral es el costo laboral por unidad producida o costo laboral unitario.

Para calcular este indicador, primero se dividen las remuneraciones totales entre el número de horas hombre trabajadas (o entre el número de trabajadores), obteniéndose las remuneraciones medias, y mediante su

comparación en el tiempo se calculan los índices correspondientes. Este índice se divide entre el índice de productividad laboral o producción media.

$$\text{Costo laboral unitario} = \frac{\text{Remuneraciones medias}}{\text{Productividad laboral}}$$

En términos generales, un índice de productividad es el cociente entre la producción de un proceso y el gasto o consumo de dicho proceso:

$$\text{Índice productivo} = \text{producción} / \text{consumo}$$

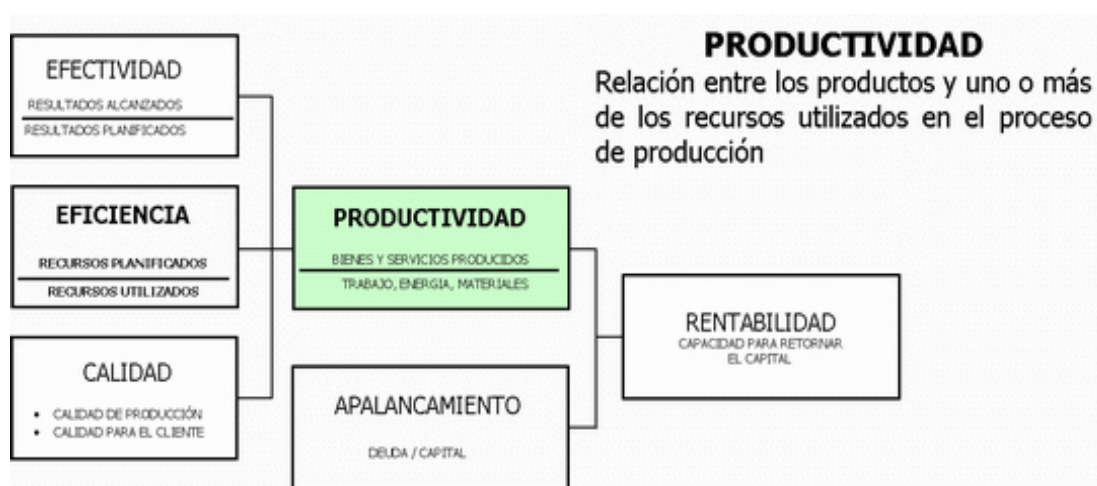
Un índice de productividad puede utilizarse para comparar el nivel de eficiencia de la empresa, ya sea en su conjunto, o respecto de la administración de uno o varios recursos en particular. De acuerdo con estos objetivos, puede haber índices de productividad total, o índices de productividad parcial.

Un índice de productividad total es el cociente entre la producción y el consumo total de todos los factores.

$$\text{Índice de productividad total} = \text{producción} / \text{consumo total}$$

Un índice de productividad parcial es el cociente entre la producción y el consumo de uno o varios factores.

Índice de productividad parcial = producción / consumo de uno o varios factores.



| | | |
|---|---|--|
| PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA | = | $\frac{\text{VOLUMEN DE PRODUCCIÓN CONFORME}}{\text{Horas Hombre TRABAJADAS}}$ |
| COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN | = | $\frac{\text{COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (Bs.)}}{\text{VOLUMEN DE PRODUCCIÓN CONFORME}}$ |
| PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL | = | $\frac{\text{VOLUMEN DE PRODUCCIÓN CONFORME}}{\text{ACTIVO TOTAL PROMEDIO (Bs.)}}$ |

FIGURA 2.6 INDICADORES DE PRODUCCIÓN

CAPÍTULO 3

3. SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN OBJETO ESTUDIO

Como se había mencionado en los capítulos anteriores, el área de lito barnizado de esta empresa es la que abastece a las líneas de embutido y soldadura, por ende, se convierte en un proceso vital para la empresa. En este capítulo se realizara análisis de la producción del área, el análisis de los niveles de eficiencia de las líneas de producción, el análisis de la capacidad instalada vs la producción real alcanzada por líneas. Luego de analizado el escenario se procede a describir los problemas que posee esta línea y serán presentados en los siguientes capítulos.

3.1 Análisis de la Producción de Planta

El área de lito barnizado posee 3 líneas de producción que se encargan del barnizado de todas las láminas de latas que se entregan a las áreas de embutido y soldadura. Dichas láminas tienen diferentes especificaciones para el tipo de producto que requiere el cliente, y son transformadas en envase para conservas de atún, sardinas, frutas de conservas que son parte del mercado nacional e internacional a la que atiende la empresa XYZ.

| | | | |
|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 0,16 | PRODUCTO | 0,22 | PRODUCTO |
| 822*831 | Cpo. 211 | 838*975 | Cpo.603*209 |
| 822*738 | Cpo. Oval | 822*975 | Cpo.603*400 |
| 0,17 | PRODUCTO | 0,23 | PRODUCTO |
| 826*770 | Scroll | 813*802 | T. 315 |
| 826*770 | Recto | 813*829 | T. 401 |
| 817*760 | Cpo. 108 | 813*767 | T. O"val Sc. |
| 816*760 | Cpo. 109 | | |
| 817*927 | Cpo. 300*407 | | |
| 842*760 | Cpo. 109 | | |
| 817*738 | Cpo. Oval | | |
| 0,19 | PRODUCTO | 0,25 | PRODUCTO |
| 856*784 | T. 202 | 830*975 | Cpo.603*408 |
| 856*857 | T. 300 | | |
| 0,2 | PRODUCTO | 0,28 | PRODUCTO |
| 876*906 | Cpo. 400 | 881*697 | T. 603 |
| 817*767 | Cpo. 401*202.5 | | |

FIGURA 3.1 MEDIDAS Y ESPECIFICACIONES DE HOJALATA A SER BARNIZADAS

Se realizara un análisis de la producción del área de lito barnizado que es el objeto estudio de las 3 líneas de producción antes mencionadas, donde se señalará cual es la que mayor impacto tiene desde el punto de vista estratégico de la empresa. Para lo cual se basara en algunos criterios como eficiencia y cantidad producida de unidades de la demanda interna que tienen entre las otras áreas durante el periodo de estudio de este trabajo.

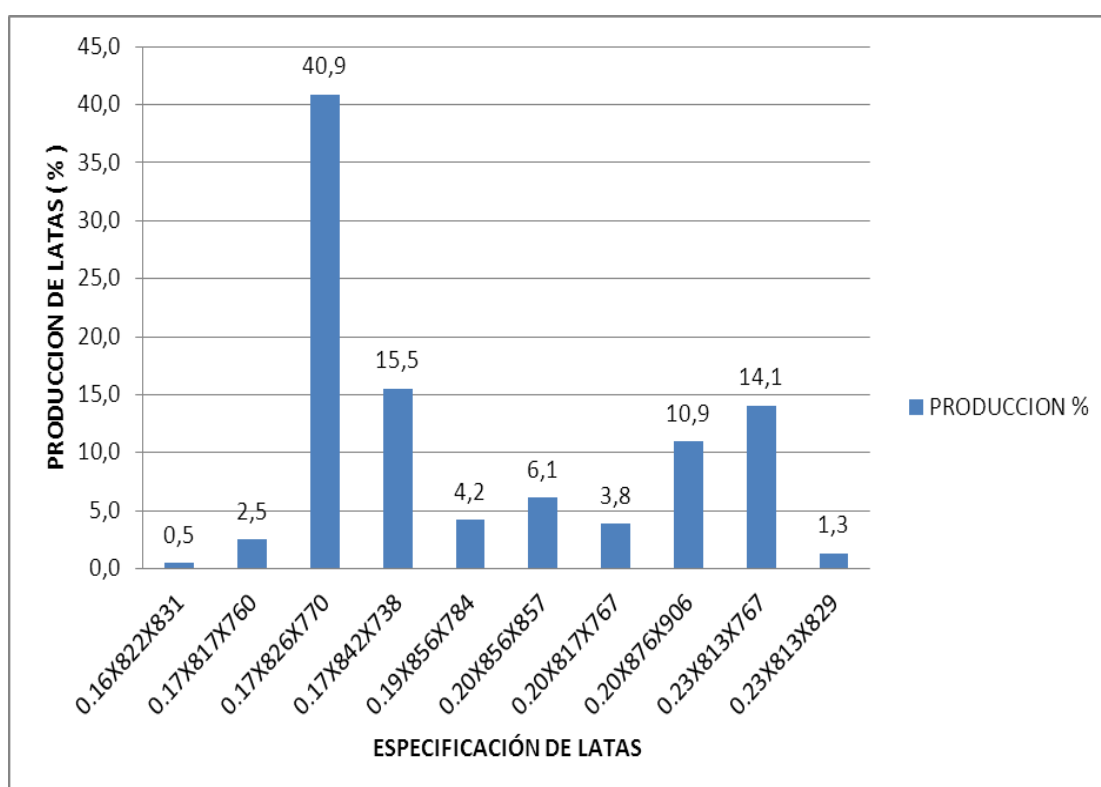


FIGURA 3.2 TOTAL DE PRODUCCIÓN EXPRESADO EN % CON RESPECTO AL TOTAL DE LATAS PRODUCIDAS

TABLA 1
NIVELES DE PRODUCCIÓN POR ESPECIFICACIÓN DE LATA

| ESPECIFICACIÓN DE LATA | PRODUCCION % |
|------------------------|--------------|
| 0.16X822X831 | 0,5 |
| 0.17X817X760 | 2,5 |
| 0.17X826X770 | 40,9 |
| 0.17X842X738 | 15,5 |
| 0.19X856X784 | 4,2 |
| 0.20X856X857 | 6,1 |
| 0.20X817X767 | 3,8 |
| 0.20X876X906 | 10,9 |
| 0.23X813X767 | 14,1 |
| 0.23X813X829 | 1,3 |

El detalle de estos valores se pueden observar en el anexo 1.

Al revisar la gráfica y la tabla antes mencionada, los volúmenes más alto de producción corresponden a la especificación de la lámina 0,17 seguido del formato 0,23.

3.2 Análisis de los Niveles de Eficiencia de las Líneas de Producción

La eficiencia de las líneas de producción, expresada en porcentajes, está determinada por la comparación del valor teórico calculado de acuerdo a la capacidad de la planta instalada vs. el valor real de cuanto produce en un determinado tiempo, en este caso, para el periodo de seis meses analizado.

El valor de eficiencia indica en que porcentaje se está utilizando los recursos tanto material como humano para la producción. La fórmula para el cálculo de eficiencia es el siguiente:

De esta forma, se utiliza la eficiencia como uno de los criterios de decisión, debido a la importancia que tienen estos valores sobre los costos del área y además, ayudan a identificar posibles problemas. Ejemplo:

$$\text{Eficiencia_L3}(\%) = (8218061 / 11580300) * 100$$

$$\text{Eficiencia_L3}(\%) = 70,97 \%$$

En la figura 3.3 y en la tabla 2 se observan los valores de eficiencia de las líneas de producción, donde muestra que la línea menos eficiente es la línea 1, seguida de la línea 3 y finalmente la 2.

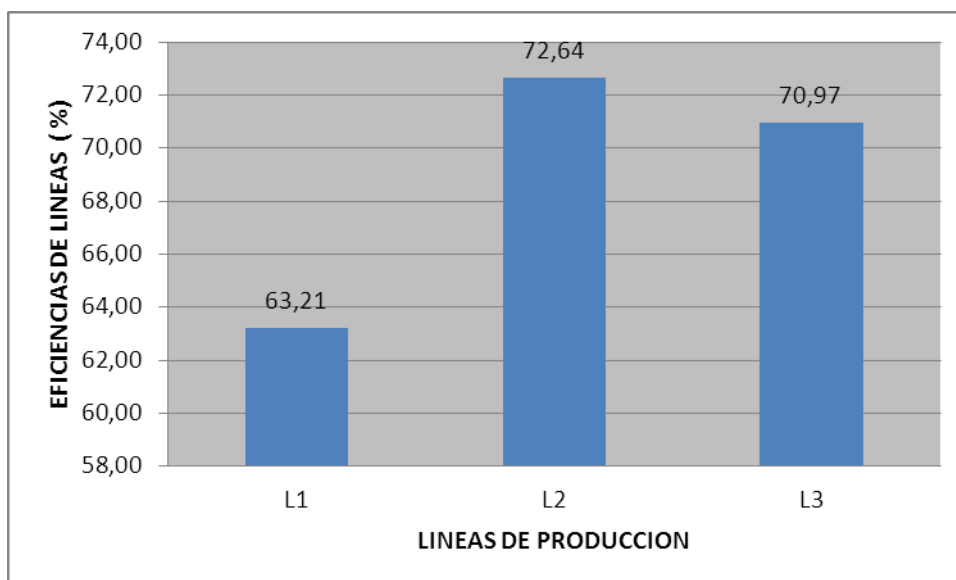


FIGURA 3.3 EFICIENCIAS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

TABLA 2
UNIDADES DE LÁMINAS PRODUCIDAS POR LÍNEA EN EL SEMESTRE

| LÍNEA | LÁMINAS A PRODUCIR (UN) | LÁMINAS PRODUCIDAS (UN. |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|
| L1 | 8297100 | 5244616 |
| L2 | 14056200 | 10209739 |
| L3 | 11580300 | 8218061 |

Estos datos fueron propiciados por el área, de los resultados obtenidos durante el periodo en la cual se basa el estudio.

3.3 Análisis de la Capacidad Instalada vs. Producción Real de Líneas

Con la descripción de la capacidad instalada se entenderá mejor las restricciones que posee cada línea para la producción, ya sea por características especiales en cada una de ellas como: edad del equipo, tipo de trabajo que realiza y la capacidad teórica con la cual se pretende cumplir los planes de producción mensuales del área. A continuación se muestra una breve descripción de cada una de ellas.

TABLA 3
CARACTERÍSTICA DE CADA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

| LÍNEA | TRABAJO ESPECÍFICO | EDAD DE MÁQUINA (AÑOS) | CAPACIDAD INSTALADA (LAMINAS / MIN.) |
|----------|--|--------------------------|--|
| 1 | Realiza la impresión de la imagen de cada lámina según aprobación del cliente (litografía) | 25 | 70 |
| 2 | Realiza el barnizado exterior e interior de las láminas | 20 | 95 |
| 3 | Realiza el barnizado exterior e interior de las láminas | 10 | 120 |

Como se puede observar en el cuadro de especificación, la línea 1 realiza un trabajo diferente con respecto a las líneas 2 y 3, que de acuerdo a su edad, prácticamente fue la primera línea que tuvo el área para realizar trabajo de barnizado, esta línea fue modificada para realizar litografía (diseño de imagen en latas) por lo cual es la línea de menor velocidad que tiene el área por la calidad de impresión, cabe indicar que no toda la gama de productos de la empresa tiene litografía, aproximadamente es el 30 % de su producción total como área.

Con respecto a la línea 2 y 3 lo que las hace diferentes es la edad y capacidad instalada que varía básicamente con la tecnología de fabricación que tiene cada una de ellas, que a pesar de esta diferencia, no existe mucha variación en la eficiencia de cada una de ellas, figura 3.1.2.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se muestra la eficiencia de cada una de las líneas para observar su real utilización como última variable para elegir la línea de estudio de este trabajo. Cabe indicar que se tomó un mes específico donde se calculó para la capacidad y eficiencia la misma cantidad de días.

TABLA 4
COMPARATIVO DE EFICIENCIA DE LÍNEA ENTRE CAPACIDAD
INSTALADA Y PRODUCCIÓN REAL (UN.)

| LÍNEA | DÍAS PROGRAMADOS | EFICIENCIA (%) |
|-------|------------------|------------------|
| L1 | 10,4 | 58,17 |
| L2 | 21,3 | 70,78 |
| L3 | 21,7 | 55,26 |

Tal como se muestra en la tabla 4, el % de eficiencia que se obtiene en cada una de las líneas evidencia la real producción, que a pesar de indicar variación entre los días de producción de las 3 líneas, la eficiencia en la L3 es la más baja a pesar de tener el mayor número de días producidos.

El detalle de estos valores se pueden observar en el anexo 2.

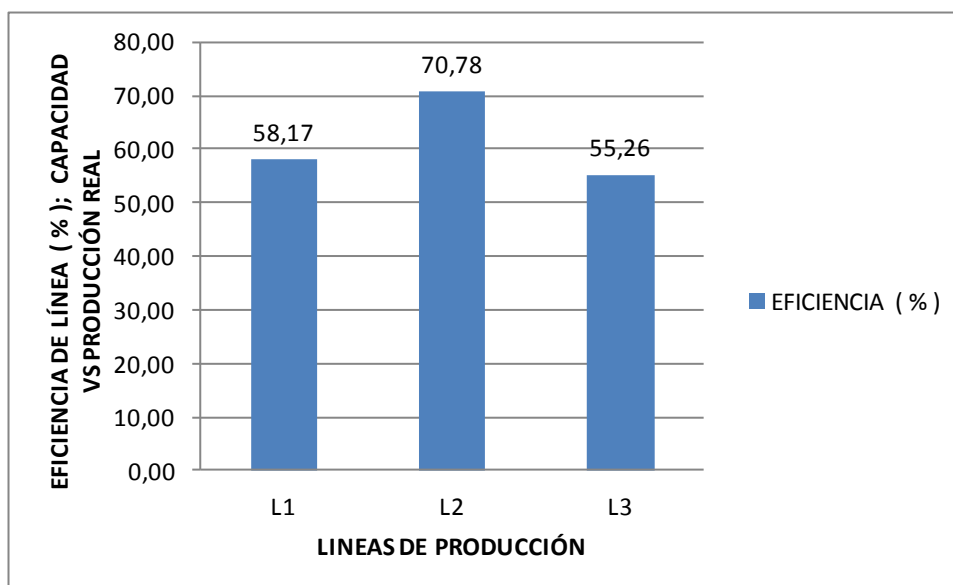


FIGURA 3.4 EFICIENCIA DE LÍNEA EN BASE A CAPACIDAD VS PRODUCCIÓN REAL.

Al revisar la tabla 4 como en el figura 3.4, la línea que presenta menor eficiencia es la conocida como L3, ya que por su diseño y tecnología, debería ser la línea más rápida en el área de Litobarnizado pero es una de las que más se ve afectada, por este motivo se analizará más adelante en caso de ser la línea escogida para estudio.

3.4 Selección de la Línea Estudio

Una vez realizado todos los criterios de selección planteados al inicio de este capítulo se procede al uso de la Función de Valor de Sumas Ponderadas

para escoger la línea que será objeto en este trabajo. Para dar mayor facilidad se le asignará a cada criterio de selección una letra, el cual será numerado por el índice “i”, a la vez que se le dará el correspondiente peso “Wj”, sobre 10, basándose en criterios de personas del área. En la tabla 5 se muestran los correspondientes criterios de selección con sus valores de pesos.

Dichos criterios fueron seleccionados por un grupo de personas que trabajan en los procesos a diario y que son parte del área de lito barnizado. Cada uno dio su valor por criterio, entre los tres valores, el grupo dio un valor promedio como peso Wj.

TABLA 5
CRITERIOS DE SELECCIÓN CON LOS PESOS Wj

| LETRA | CRITERIO DE DECISIÓN | PESO Wj |
|--------------|-----------------------------------|----------------|
| A | Producción x línea % | 8 |
| B | Eficiencia de capacidad vs real % | -7 |
| C | Eficiencia de Línea % | 9 |

Estos criterios de selección ayudan a señalar valores en la sumatoria total, identificar cual es la línea que tiene un mayor puntaje y por ende ser la más representativa.

Para este caso, dentro de la fórmula, a excepción del criterio B, el A y el C tienen un total con signo positivo, esto nos indica que van a sumar puntos dentro de la función.

El criterio B tiene valor negativo debido a que se busca la línea con menor índice de eficiencia, así, la línea que tenga un alto nivel de eficiencia tendrá menos puntos, en cambio la línea con menor índice de eficiencia tendrá un valor de función mayor, siendo tomada en cuenta para la selección final.

Cabe indicar que se toma el mismo valor del criterio de producción para cada línea, ya que los datos que se analicen será en base a la especificación 0,17 por tener el 55% de la producción total en la data obtenida.

Reemplazando los valores en la fórmula de función de valor se obtiene:

$$V_i: W_1 f_{i1} + W_2 f_{i2} + W_3 f_{i3} + \dots + W_n f_{in}$$

LINEA 1

$$V_1 = (8)(56,4) + (-7)(58,17) + (9)(63,21)$$

$$V_1 = 612,9$$

LINEA 2

$$V_2 = (8)(56,4) + (-7)(70,78) + (9)(72,64)$$

$$V_2 = 609,5$$

LINEA 3

$$V3 = (8) (56,4) + (-7)(55,26) + (9)(70,97)$$

$$V3 = 703,11$$

De esta forma, con los valores “fj” y “Wj” que se obtuvieron, se puede calcular los puntajes “Vi” para cada una de las líneas de producción; para poder ordenarlos en secuencia, a continuación se muestran, en la tabla 5, los resultados obtenidos reemplazados en la función de valor de sumas ponderadas, lo cual muestra las variaciones obtenidas en las distintas líneas de acuerdo a los criterios y ponderaciones que se han considerado.

TABLA 6**FUNCIÓN DE VALOR Vi OBTENIDOS DE CADA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

| LÍNEA | VALOR Vi |
|--------------|-----------------|
| L1 | 703,11 |
| L2 | 609,5 |
| L3 | 612,9 |

En la figura 3.5 se puede observar, mediante un gráfico de barras, las posiciones que obtuvieron cada línea con respecto a la función de valor de sumas ponderada. Como se observa, la línea 3, la línea más moderna del área, tiene el mayor valor de V_i convirtiéndose en la línea más importante según el criterio establecido.

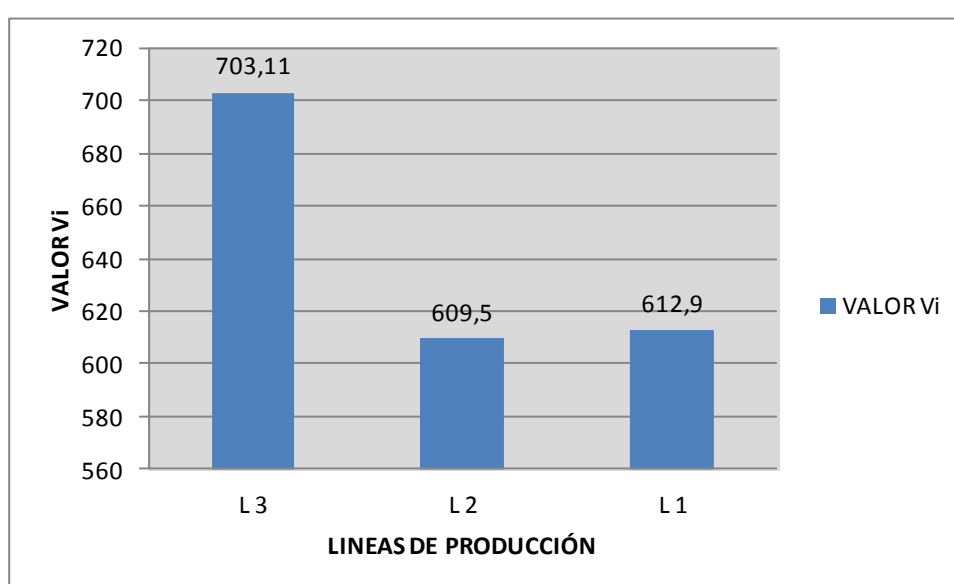


FIGURA 3.5 RESULTADO FUNCIÓN DE VALOR DE SUMAS PONDERADAS

De acuerdo a los resultados obtenidos, el presente trabajo se enfocará solamente a la propuesta de mejora para la línea 3 por ser la línea seleccionada, considerando que es una de las líneas más moderna dentro de toda la planta y la de última tecnología dentro del área, se debe tomar en

consideración que el material con mayor rotación es la lámina de especificación 0,17 con un 55 % del total de la producción de la planta, por lo cual, todos los datos serán en relación a estas especificaciones ya que es la lámina de mayor producción en envases de conservas y se debe cumplir con la demanda de los clientes tanto nacionales como internacionales.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE LA LÍNEA SELECCIONADA

Luego de realizada la selección de la línea, se procede a describir cada uno de sus procesos, con el fin de entender paso a paso como se realiza el corte de la lámina y su barnizado para poder realizar un correcto análisis, se procederá a evidenciar problemas que afectan a la línea seleccionada en el capítulo anterior. Luego de la identificación de los posibles problemas que tiene la línea, se procederá al estudio de los tiempos de las actividades que tiene la línea para poder usarlos en el próximo capítulo como comparación de las mejoras propuestas.

4.1 Descripción del Proceso de la Línea Seleccionada

En el capítulo anterior, se definió la línea objeto de estudio de este trabajo, en este caso, la línea seleccionada es la línea conocida como línea 3, de acuerdo al criterio de selección realizado.

La producción de línea 3 es alimentada por bultos preparados desde la línea de corte de las distintas especificaciones de láminas que se van a barnizar, estas laminas vienen paletizadas con un número determinado de láminas por pallet conocido como “ bulto “; como se había mencionado en el capítulo anterior, este trabajo se enfocara en el espesor de 0,17 por tener más del 50% de la producción del área como consumo interno de acuerdo a la demanda de las dos áreas de producción que corresponden para la elaboración del envase terminado para el mercado de productos de conservas.

TABLA 7
LÁMINAS POR BULTO SEGÚN ESPECIFICACIÓN DE LÁMINA A
PRODUCIR

| Especificación | #Láminas / Bulto |
|-----------------------|-------------------------|
| 0,16 | 1700 |
| 0,17 | 1700 |
| 0,19 | 1300 |
| 0,2 | 1300 |
| 0,23 | 1300 |
| 0,25 | 1100 |

La producción de la línea 3 consta de 4 subprocesos que son: alimentación del bulto a la línea, quemado y barnizado de lámina, horneado de lámina, paletizado de bulto. Como se lo había descrito a nivel general en el capítulo 1, el proceso comienza desde la recepción de la bobina de hojalata en la línea de corte para que de acuerdo al programa de producción se elaboren los bultos que serán la materia prima en la línea 3 de barnizado. Una vez realizado el programa semanal de producción, se realiza la planificación diaria de la línea donde el supervisor le entrega las hojas de formato respectivo por día a los operarios de línea, donde se detallada la cantidad a producir.

Preparación de Materiales y Equipos

Una vez el operador de la línea receipta la hoja de registro de la producción diaria, se preparan los materiales necesarios para la corrida de producción:

- Barniz
- Rodillos
- Ajustes en mesa transportadora
- Calibración de Temperatura del Horno
- Sincronización entre salida de barnizado y entrada al horno

TABLA 8
TIPO DE RODILLO PARA TIPO DE ESPESOR DE LÁMINA

| Rodillo | Espesor de Hojalata | Tipo de Corte |
|---------|---------------------|---------------|
| A | 0,16 | Recto |
| B | 0,17 | Recto |
| C | 0,17 | Scroll |
| D | 0,19 | Recto |
| E | 0,20 | Scroll |
| F | 0,20 | Recto |
| G | 0,23 | Scroll |
| H | 0,23 | Recto |
| I | 0,25 | Recto |

Para ver más detalles de la tabla 8, verificar en el anexo 2

TABLA 9
TIPO DE BARNIZ A UTILIZAR POR LÁMINA

| Barniz | Kg/Tanque |
|-----------|-----------|
| 9009-920 | 210 |
| ISO20/ALS | 190 |
| 731RE610 | 200 |
| 9372019 | 203 |
| 710BF005 | 200 |
| 326408BF | 195 |
| 642C345 | 193 |
| 730SC003 | 200 |

Alimentación de Bulto



FIGURA 4.1 ALIMENTACIÓN DE BULTO A LÍNEA 3

La alimentación de bulto es el primero, el cual comienza con la colocación del bulto por parte del montacarguista en la cama de rodillos.

Se cortan los zunchos que amarran el bulto y se retira la cubierta de cartón y la primera lamina que siempre está llena de polvo.

Se transporta mediante la cama de rodillo hasta el cuadrador del bulto para subirlo y preparar alimentación de línea.

Se sube el bulto y alinea con los cuadradores, se enciende el alimentador para que las ventosas bajen y comience a succionar lámina por lámina.

Quemado y Barnizado de la Lámina



FIGURA 4.2 QUEMADO Y BARNIZADO DE LÁMINA

Luego de cuadrar el bulto para comenzar la alimentación, se ajusta la mesa transportadora de la barnizadora en cada alimentación de bulto.

Se abastece con tanque de barniz y se llena el rodillo del barniz a colocar en la lámina, se revisa la cuchilla limpiadora de barniz del cilindro de contra presión, esto para regular la película del barniz.

Se transporta la lámina y pasa por el quemador para eliminar cualquier tipo de impureza y exceso de lubricante que evite el barnizado de la lámina de una forma uniforme.

Horneado de Lámina



FIGURA 4.3 HORNEADO DE LÁMINA

Se sincroniza al inicio de la alimentación del bulto la entrada al horno con la salida del barnizado con el fin de que las parrillas lleven a las láminas a lo largo del horno para secado de barniz.

Se ajustan las temperaturas para el tipo de lámina que se encuentra barnizando según las recomendaciones por parte del área de calidad para evitar posibles defectos.

A la salida del horno, se realizan controles de calidad visual para evidenciar un barnizado uniforme en las láminas, al inicio y fin de la alimentación de un bulto de láminas, se lanza una lámina que va a estar distante de las demás para dar aviso de finalizado el bulto.

Paletizado de Lámina



FIGURA 4.4 PALETIZADO DE LÁMINAS

Se realiza calibración de la mesa transportadora a la salida del horno de parrillas para que las láminas caigan en el volteador una vez se complete la cantidad de láminas por bulto.

Una vez el bulto es completado, se realiza el volteado del bulto con el fin de que la parte barnizada quede en sentido contrario al barnizado ya que de esta forma se ingresaran en las otras áreas para los siguientes procesos.

Se realiza el paletizado del bulto barnizado colocando zunchos, cartones de protección de polvo y el respectivo identificador con los datos del bulto para apilarlo en la nave de producto barnizado.

Personal de Operarios

Para la operación de la línea seleccionada para el presente estudio, se encuentran asignados 2 operadores y un montacarguista en dos turnos de 12 horas; el primer operador se encarga de los dos subprocesos de la línea que son la alimentación del bulto, el quemado y barnizado de la lámina junto con las actividades de ajuste de las mesas transportadoras, calibración de temperatura y sincronización de la salida de la lámina barnizada e ingreso de la lámina al horno, el segundo operador es el encargado de la salida de las láminas del horno, volteado del bulto barnizado y paletizado del bulto para retiro por parte del montacarguista hasta el área de almacenamiento.

4.2 Descripción de Problemas de la Línea Seleccionada

Una vez seleccionada la línea objeto de este estudio, se procedió a realizar un análisis de los diferentes problemas que existía en la línea, para esto, se analizó los tiempos de para en los que incurre la línea y las diferentes actividades o problemas que se presentaron a lo largo del día, semana y mes, obteniendo un cuadro semestral de los problemas presentados, así como el peso en porcentajes, para esto, se aplicó diagramas de Pareto para establecer el 80-20 de los problemas encontrados.

4.2.1 Aplicación de Diagramas de Pareto

Primeramente se realizó el levantamiento de la información de los principales problemas en los que incurre la línea de producción, para esto, se utilizó el cuadro de tiempos perdidos que se utiliza en la línea para reportar las novedades presentadas durante el turno.

Se realizó el consolidado mensual de este reporte, para poder obtener el total en minutos de las diferentes novedades registradas.

TABLA 10

TOTAL DE TIEMPO EXPRESADO EN MINUTOS UTILIZADOS EN LÍNEA

| ANOMALIAS | SEMANA | | | | | | | | TOTALES | | Total General | % por Anomalia |
|-------------------------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|---------|------|---------------|----------------|
| | Del 01 al 08 | | Del 09 al 16 | | Del 17 al 24 | | Del 25 al 31 | | 1er. | 2do. | | |
| | 1er. | 2do. | 1er. | 2do. | 1er. | 2do. | 1er. | 2do. | | | | |
| Mecánico | 310 | 270 | 0 | 0 | 90 | 20 | 946 | 0 | 1346 | 290 | 1636 | 23,14 |
| Eléctrico | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 300 | 0 | 330 | 0 | 330 | 4,67 |
| Corte de Energía Elect. - Aire - Ga | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0,07 |
| Cambio de Felpa - Cuchillas | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 0,21 |
| Cambio de Rodillo - Medidas | 41 | 112 | 110 | 70 | 70 | 50 | 0 | 40 | 221 | 272 | 493 | 6,97 |
| Calibración de Reserva - Doble | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 14 | 0,20 |
| Calibración - Ajuste | 5 | 20 | 65 | 51 | 20 | 15 | 15 | 5 | 105 | 91 | 196 | 2,77 |
| Defecto de Barniz - Cambio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 12 | 0 | 12 | 0,17 |
| Lavado de Barnizadora | 115 | 125 | 160 | 175 | 120 | 70 | 80 | 51 | 475 | 421 | 896 | 12,68 |
| Alimentación del Bulto | 441 | 442 | 272 | 259 | 334 | 356 | 214 | 155 | 1261 | 1212 | 2473 | 34,98 |
| Material mal apilado | 0 | 10 | 54 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 74 | 10 | 84 | 1,19 |
| Paros por Rayaduras | 0 | 20 | 27 | 0 | 0 | 10 | 15 | 0 | 42 | 30 | 72 | 1,02 |
| Limpieza de Horno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| Paro por Montacargas | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 15 | 0,21 |
| Cambio - Limpieza Filtro de Aire | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 30 | 10 | 40 | 0,57 |
| Estabilización - Temperatura | 0 | 0 | 20 | 20 | 55 | 10 | 0 | 0 | 75 | 30 | 105 | 1,49 |
| Trabamientos de Laminas | 64 | 115 | 54 | 45 | 70 | 10 | 56 | 6 | 244 | 176 | 420 | 5,94 |
| Corrección Marca de Rodillo | 6 | 10 | 25 | 15 | 10 | 15 | 15 | 0 | 56 | 40 | 96 | 1,36 |
| Limpieza de Bandas y/o Cambio | 5 | 10 | 15 | 5 | 40 | 0 | 0 | 0 | 60 | 15 | 75 | 1,06 |
| Otros | 0 | 0 | 50 | 0 | 42 | 0 | 0 | 0 | 92 | 0 | 92 | 1,30 |
| Tiempo Programado | 4320 | 5040 | 4320 | 4320 | 3600 | 3600 | 3600 | 1440 | | | 7069 | |
| Tiempo Total Paralizado | 1017 | 1134 | 911 | 655 | 876 | 566 | 1653 | 257 | 4457 | 2612 | | |
| % Paralización Semanal | 23,5 | 22,5 | 21,1 | 15,2 | 24,3 | 15,7 | 45,9 | 17,8 | 63,0 | 37,0 | | |

Utilizando los datos de actividades en proceso, problemas mecánicos y eléctricos u otras anomalías se pudo obtener como resultado lo mostrado en la tabla 10 donde se observa claramente los rubros que demandan mayor tiempo así como el porcentaje de paralización por turno que tuvo la línea.

Luego de este análisis se procedió a seleccionar las más significativas utilizando el diagrama de Pareto para segregar en que actividades u anomalías se concentran el 80 % de tiempo perdido en el turno que dará como resultado un porcentaje por el mes analizado.

En la tabla 11, se observa las 5 principales causas de tiempos perdidos o incurridos en la línea de producción como consecuencia de daños en la máquina y actividades específicas del proceso que son inherentes para el barnizado de láminas, es decir, del 83.72 % del tiempo de parada registrado durante este análisis el 54.63 % corresponden a las actividades de Alimentación de Bulto, Lavado de Barnizadora y Cambio de Rodillo que son actividades que están contempladas en el cambio de formato de un material a barnizar o por finalizar la producción y darle el mantenimiento respectivo o paro de línea por índoles ajenas a la producción; y se observa el 29.09 % que corresponde a daño Mecánico en línea y Trabamiento de Lámina.

TABLA 11
PORCENTAJE ACUMULADO POR TIEMPOS UTILIZADOS EN LÍNEA

| ANOMALIAS | MINUTOS TOTALES | % / ANOMALIAS | % ACUMULADO |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| Alimentación del Bulto | 2473 | 34,98 | 34,98 |
| Mecánico | 1636 | 23,14 | 58,13 |
| Lavado de Barnizadora | 896 | 12,68 | 70,80 |
| Cambio de Rodillo - Medidas | 493 | 6,97 | 77,78 |
| Trabamientos de Láminas | 420 | 5,94 | 83,72 |
| Eléctrico | 330 | 4,67 | 88,39 |
| Calibración - Ajuste | 196 | 2,77 | 91,16 |
| Estabilización - Temperatura | 105 | 1,49 | 92,64 |
| Corrección Marca de Rodillo | 96 | 1,36 | 94,00 |
| Otros | 92 | 1,30 | 95,30 |
| Material mal apilado | 84 | 1,19 | 96,49 |
| Limpieza de Bandas y/o Cambio | 75 | 1,06 | 97,55 |
| Paros por Rayaduras | 72 | 1,02 | 98,57 |
| Cambio - Limpieza Filtro de Aire | 40 | 0,57 | 99,14 |
| Cambio de Felpa - Cuchillas | 15 | 0,21 | 99,35 |
| Paro por Montacargas | 15 | 0,21 | 99,56 |
| Calibración de Reserva - Doble | 14 | 0,20 | 99,76 |
| Defecto de Barniz - Cambio | 12 | 0,17 | 99,93 |
| Corte de Energía Elect. - Aire - Gas | 5 | 0,07 | 100,00 |
| Limpieza de Horno | 0 | 0,00 | 100,00 |

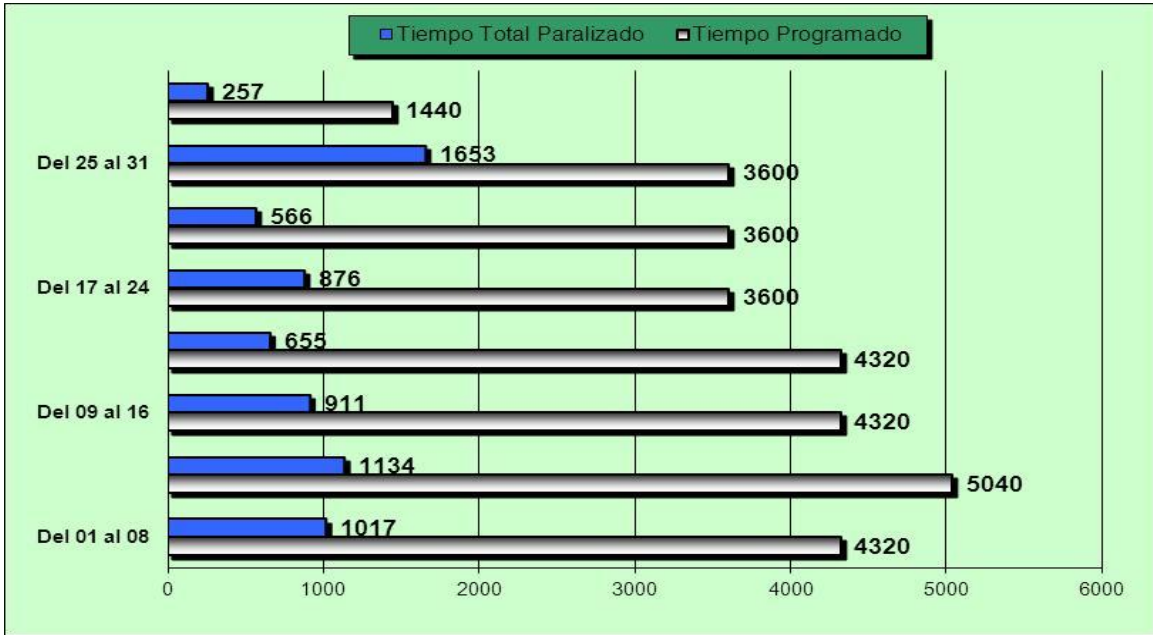


FIGURA 4.5 TOTAL DE MINUTOS PROGRAMADOS VS TOTAL DE MINUTOS PERDIDOS

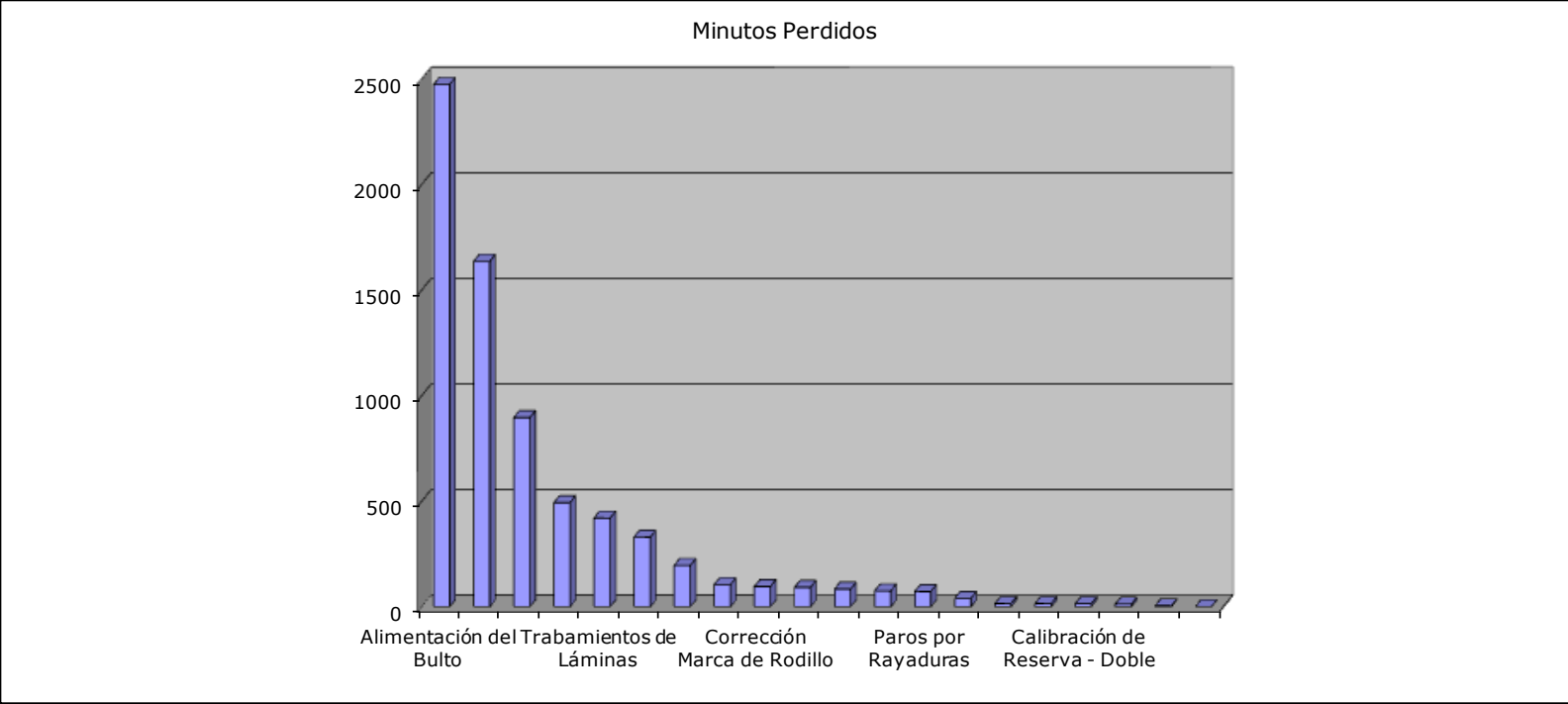


FIGURA 4.6 TOTAL DE MINUTOS PERDIDOS EN LÍNEA

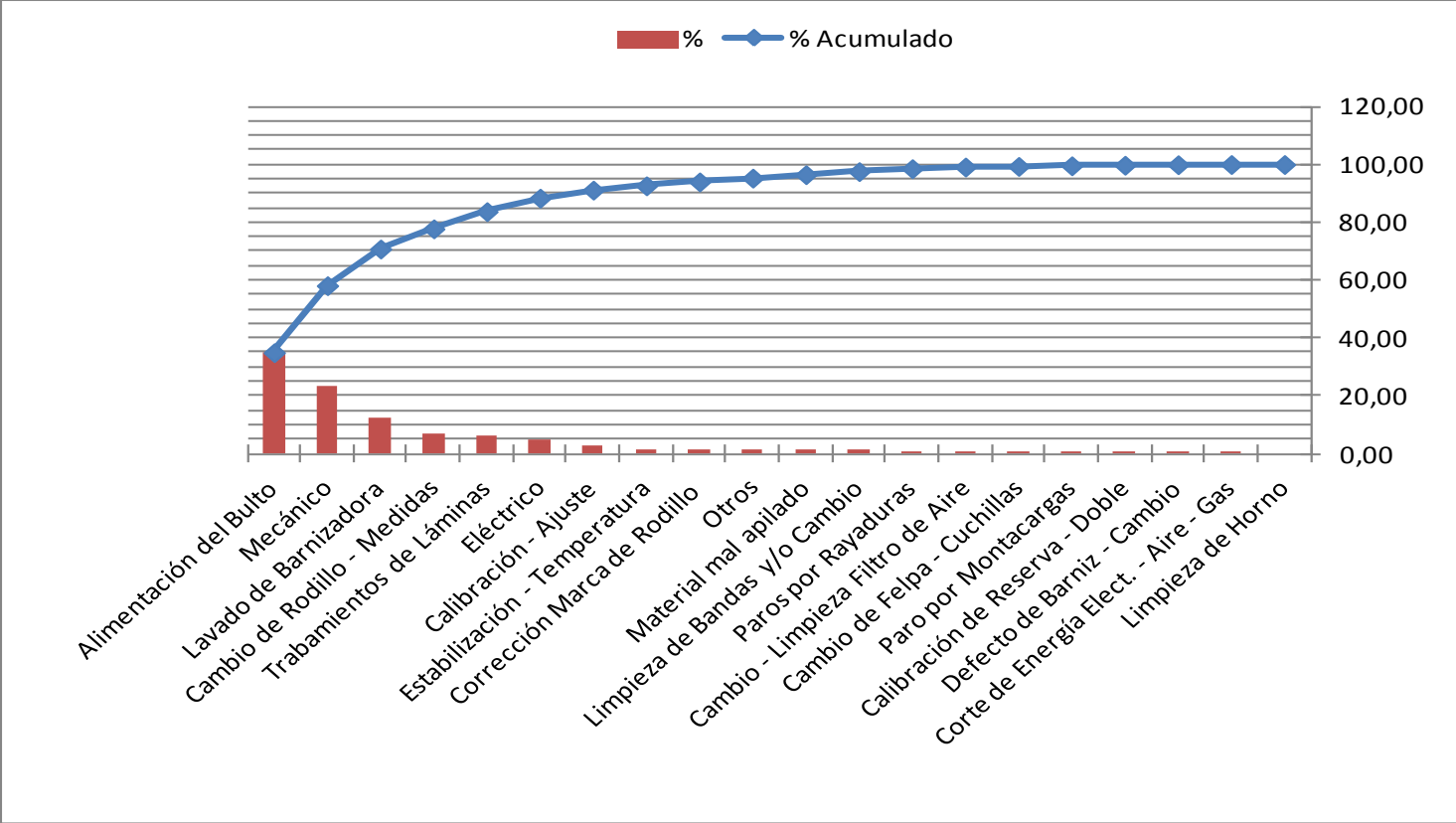


FIGURA 4.7 DIAGRAMA DE PARETO DE ANOMALIAS PRESENTADAS EN LÍNEA

Como objetivo de este estudio se estableció que se realizaría la recopilación de la información durante un semestre, con el fin de tener un análisis con novedades que sean repetitivas y relevantes a lo largo de este tiempo, para esto, se utilizó el mismo formato utilizado para el reporte de tiempos perdidos en línea, donde se encuentran los mismos rubros establecidos como resultados en el primer mes de análisis.

Tal como se puede observar en la tabla 12, se mantienen las 5 mismas anomalías al igual que el primer mes de resultado, con la diferencia de que el total registrado en el semestre estableció una diferencia entre la segunda y tercera anomalía colocando la actividad de Lavado de Barnizadora como segunda mayor causa de pérdida de tiempo en la línea y los problemas Mecánicos en tercer lugar seguido por Cambio de Rodillo y Trabamiento de lámina.

En la figura 4.7 se puede observar que el mayor rubro de tiempos de paro en la línea se debe a la actividad de Alimentación de Bulto, con un promedio del 35,30 % del 80 – 20 analizado con esta metodología.

El resto de la data analizada del semestre se encuentra en los anexos.

TABLA 12
TIEMPO TOTAL DE PROBLEMAS EN EL SEMESTRE EN LÍNEA EXPRESADO EN MINUTOS

| ANOMALIAS | MINUTOS TOTALES | | | | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|
| | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Alimentación del Bulto | 2780 | 2228 | 2473 | 2532 | 3073 | 3093 |
| Lavado de Barnizadora | 1245 | 1340 | 896 | 929 | 1030 | 945 |
| Cambio de Rodillo - Medidas | 665 | 954 | 493 | 637 | 575 | 755 |
| Calibración - Ajuste | 475 | 733 | 196 | 336 | 384 | 443 |
| Trabamientos de Láminas | 521 | 684 | 420 | 495 | 498 | 526 |
| Mecánico | 395 | 662 | 1636 | 635 | 600 | 989 |
| Eléctrico | 105 | 50 | 330 | 178 | 645 | 355 |

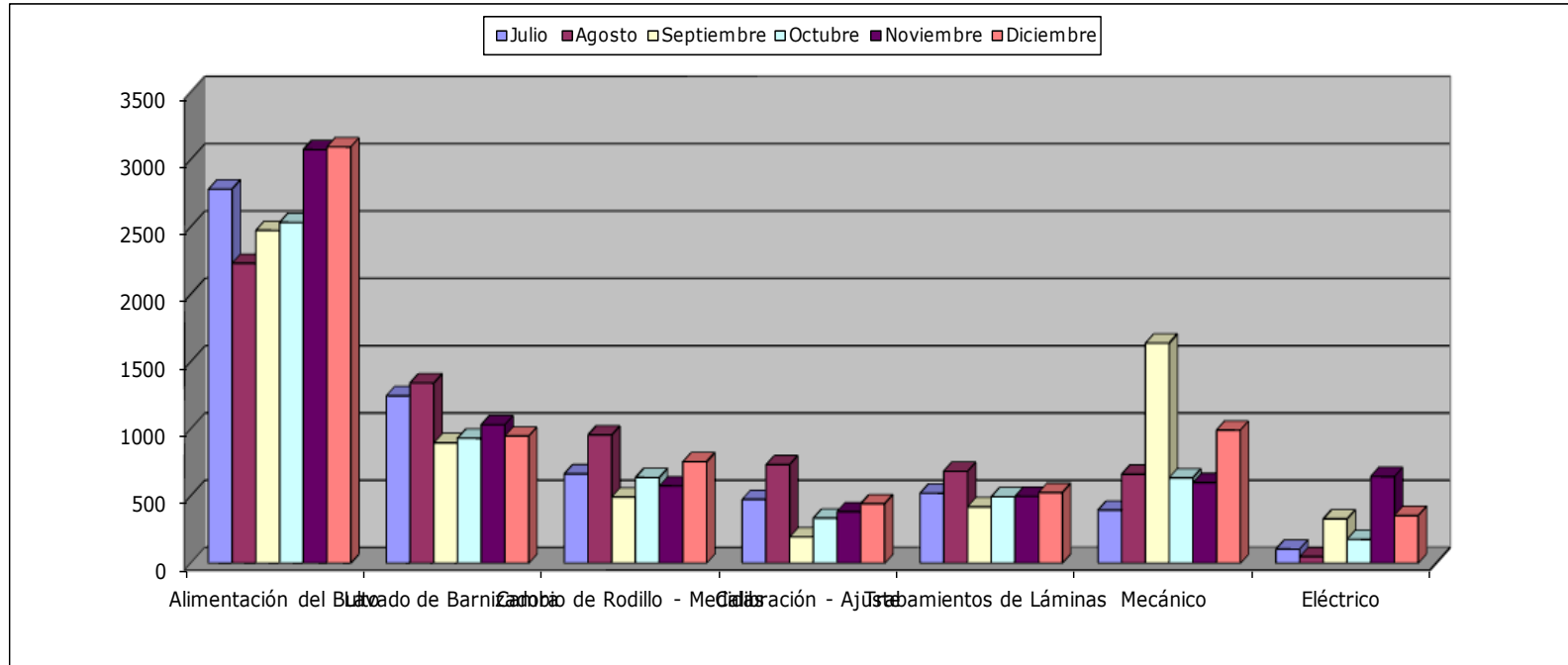


FIGURA 4.8 MINUTOS TOTALES DE PARA EN LÍNEA EN EL SEMESTRE

4.2.2 Aplicación de Análisis de Causa – Efecto

De las anomalías presentadas en el análisis de Pareto realizado, se procedió a aplicar el análisis de causa – efecto a cada uno de los presentados como resultado de lo anterior. En este análisis se tuvo la participación de los operarios de la línea, supervisor de producción, asistente de producción y el jefe del área.

Se realizó un análisis de Causa – Efecto para cada una de las anomalías presentadas, según porcentaje resultado en el diagrama de Pareto. Se subraya que todas las anomalías presentadas en este diagrama afectan a la variable de tiempo alto de proceso para cada una de las causas a mencionar:

- Alimentación de Bulto
- Lavadora de Barnizado
- Problemas Mecánicos
- Cambio de Rodillos

Con los resultados del análisis detallado en este punto se plantea las soluciones o mejoras que para cumplir con los objetivos propuestos en el presente trabajo.

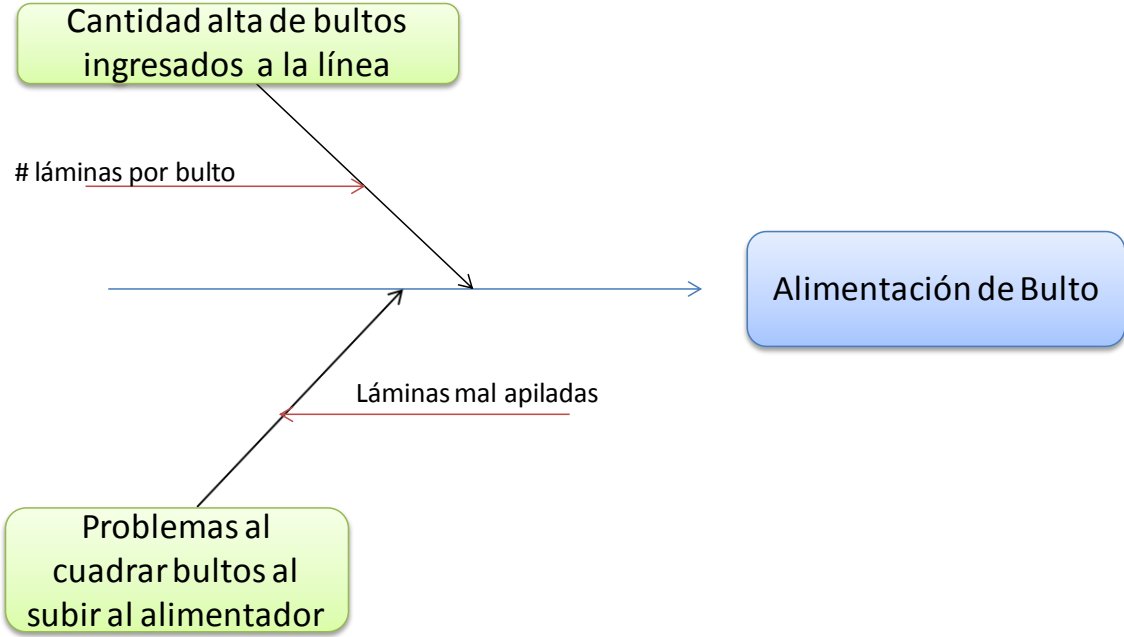


FIGURA 4.9 ALIMENTACIÓN DE BULTO

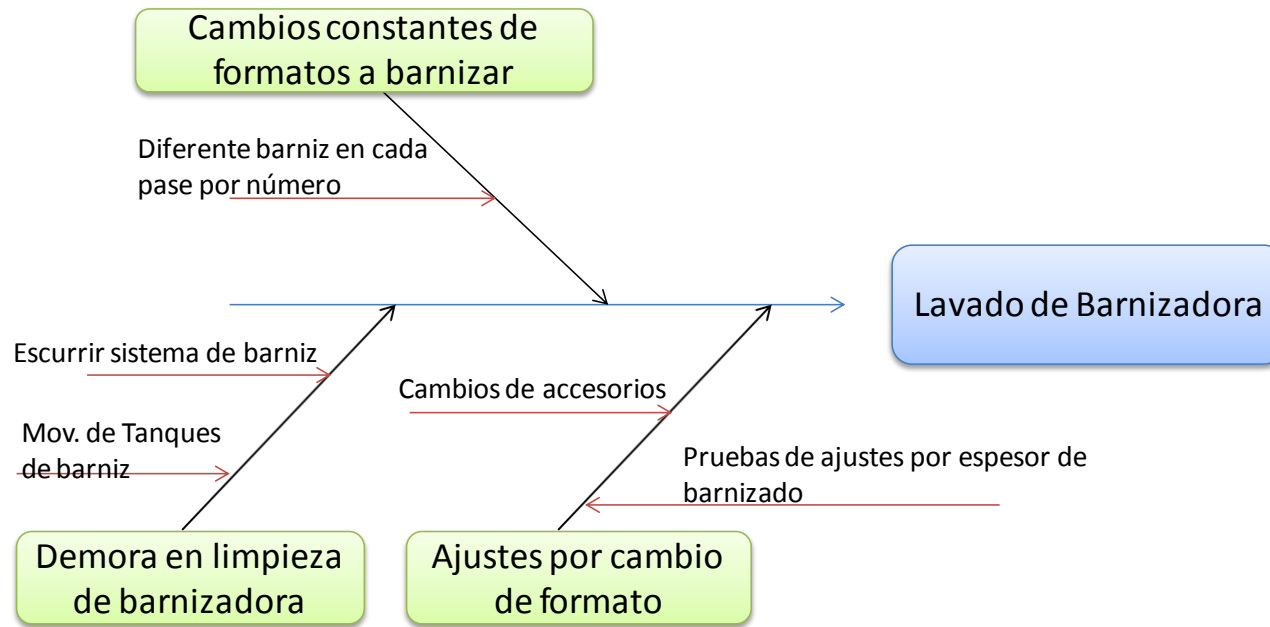


FIGURA 4.10 LAVADO DE BARNIZADORA

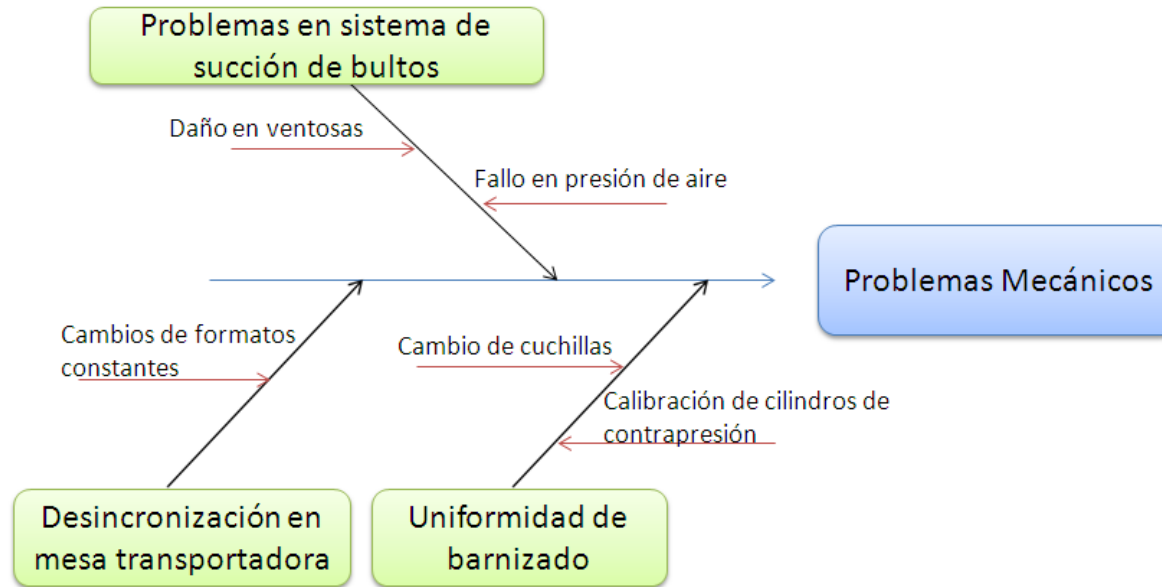


FIGURA 4.11 PROBLEMAS MECÁNICOS

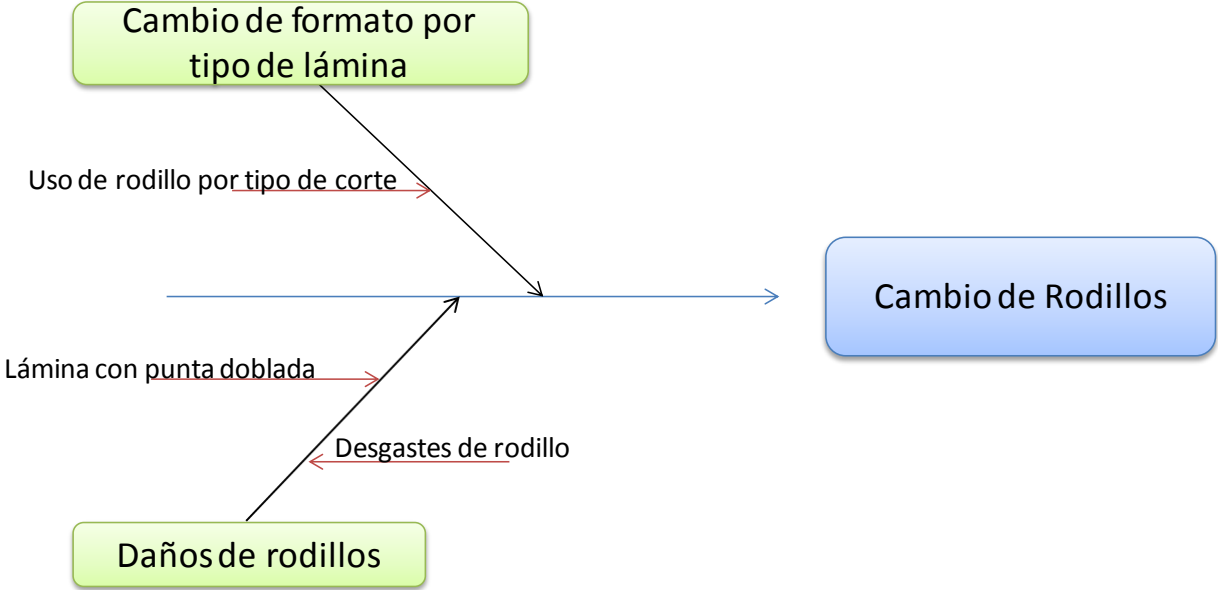


FIGURA 4.12 CAMBIO DE RODILLOS

4.2.3 Análisis de los Recursos de la Línea Seleccionada

Como parte importante del presente trabajo, se realizó un análisis de tiempo para conocer el tiempo estándar de las diferentes actividades del proceso de barnizado con la que cuenta la línea seleccionada. Se utilizó herramientas para dicha toma de tiempo tales como: cuadro elaborado para actividades, cronometro digital, lápiz, calculadora.

Para esto, se contó con la ayuda de los operarios de la línea, ya que son dos y están divididas por actividades específicas, podemos considerar los resultados obtenidos como tiempos estándar para cada actividad.

Adicional, se realizó un análisis con el recurso del equipo, esto, se refiere al uso del montacargas, con el fin de entender la importancia de aprovechar al máximo el tiempo de uso así como la capacidad de transporte tanto al inicio de la línea en lo que se refiere al abastecimiento, como al final de la misma en lo que se refiere a llevar el bulto barnizado hasta el área de apilamiento.

| DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES | | | | | | ACTUAL | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|----------------------|------------|---------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|------------------|------------|----------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ESTUDIO Nº: | | | | | | RESUMEN POR | | Método Actual | | Método Propuesto | | Diferencia | | | | | | |
| HOJA : 1 | | | | | | | | Numero | Tiempo | Numero | Tiempo | Numero | Tiempo | | | | | |
| FECHA : | | | | | | | | 11 | 3'29" | | | | | | | | | |
| HORA INICIO : HORA FINAL : | | | | | | | | 3 | 17'19" | | | | | | | | | |
| POR : | | | | | | | | 2 | 0'5" | | | | | | | | | |
| SECCION : Línea Barnizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PIEZA : | | | | | | | | 1 | 1'15" | | | | | | | | | |
| Nº | INDICACIONES CUANTITATIVAS | | Unidad de Producción | | | DISTANCIA | | M | | M | | M | | | | | | |
| | Descripción de Elementos | | Operación | Transporte | Central | Cámara | Almacenamiento | Distancia en metros | Número de abridor | Cantidad | Frecuencia | Tiempo unitario en minutos | Tiempo en minutos | Que | Donde | Cuándo | Quien | Como |
| | Que Donde-Cuando-Quien-Como | | | | | | | | | | | Porque | Porque | Porque | Porque | Porque | Porque | Porque |
| 1 | Montacarguista coloca bulto en cama de rodillos | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'10" | | | | | | | |
| 2 | Operador enciende cama de rodillos y envía bulto al alimentador de bulto | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'5" | | | | | | | |
| 3 | Operador cuadraba bulto antes de subir | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'33" | | | | | | | |
| 4 | Operador sube bulto al alimentador | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'14" | | | | | | | |
| 5 | Operador limpia las bandas del transportador | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'30" | | | | | | | |
| 6 | Operador enciende alimentador de bultos | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'5" | | | | | | | |
| 7 | Lamina es transportado por quemador y rodillos de barnizado | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | | | 0'1" | | | | | | | |
| 8 | Operador verifica uniformidad de barnizado | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'15" | | | | | | | |
| 9 | Lamina ingresa al horno mediante bandas transportadoras | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | | | 0'2" | | | | | | | |
| 10 | Lamina es transportada por parrillas del horno para secado | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | | | 17'17" | | | | | | | |
| 11 | Operador realiza inspección visual del secado de lamina para evidenciar errores en barnizado | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'10" | | | | | | | |
| 12 | Operador baja aplicador de lamina (bulto) | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'5" | | | | | | | |
| 13 | Operador acciona cama de rodillos para transportar bulto al volteador | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'6" | | | | | | | |
| 14 | Operador coloca pallet para voltear bulto | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'5" | | | | | | | |
| 15 | Operador activa volteador para bulto | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 0'32" | | | | | | | |
| 16 | Enzunchado y etiquetado de bulto | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 1'04" | | | | | | | |
| 17 | Montacarguista coloca bulto en ruma | | ○ | → | □ | □ | ▽ | | 1 | | 1'15" | | | | | | | |

FIGURA 4.13 DIAGRAMA DE FLUJO - BARNIZADO DE BULTO

TABLA 13
USO DEL RECURSO MONTACARGAS POR ESPECIFICACIÓN EXPRESADA EN KGS. Y %

| | Producto | Peso | #Láminas Actual | #Bultos/Viaje | Peso/Lámina | Peso/Viaje | % Utilización |
|-------------|----------------|------|-----------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| 0,16 | Cpo. 211 | 1460 | 1700 | 2 | 0,8588 | 2920 | 73 |
| | Cpo. Oval | 1296 | 1700 | 2 | 0,7624 | 2592 | 65 |
| 0,17 | Scroll | 1443 | 1700 | 2 | 0,8488 | 2886 | 72 |
| | Recto | 1350 | 1700 | 2 | 0,7941 | 2700 | 68 |
| | Cpo. 108 | 1409 | 1700 | 2 | 0,8288 | 2818 | 70 |
| | Cpo. 109 | 1406 | 1700 | 2 | 0,8271 | 2812 | 70 |
| | Cpo. 300*407 | 1719 | 1700 | 2 | 1,0112 | 3438 | 86 |
| | Cpo. 109 | 1452 | 1700 | 2 | 0,8541 | 2904 | 73 |
| | Cpo. Oval | 1433 | 1700 | 2 | 0,8429 | 2866 | 72 |
| 0,19 | T. 202 | 1302 | 1300 | 2 | 1,0015 | 2604 | 65 |
| | T. 300 | 1296 | 1300 | 2 | 0,9969 | 2592 | 65 |
| 0,2 | | 1657 | 1300 | 2 | 1,2746 | 3314 | 83 |
| | Cpo. 401*202.5 | 1476 | 1500 | 2 | 0,9840 | 2952 | 74 |
| 0,22 | Cpo.603*209 | 1551 | 1100 | 2 | 1,4100 | 3102 | 78 |
| | Cpo.603*400 | 1259 | 1100 | 2 | 1,1445 | 2518 | 63 |
| 0,23 | T. 315 | 1531 | 1300 | 2 | 1,1777 | 3062 | 77 |
| | T. 401 | 1582 | 1300 | 2 | 1,2169 | 3164 | 79 |
| | T. O"val Sc. | 1464 | 1300 | 2 | 1,1262 | 2928 | 73 |
| 0,25 | Cpo.603*408 | 1746 | 1100 | 2 | 1,5873 | 3492 | 87 |
| 0,28 | T. 603 | 1485 | 1100 | 2 | 1,3500 | 2970 | 74 |

Una vez realizada varias tomas de tiempo para las actividades específicas en la línea seleccionada realizada por los operadores, se pudo definir un tiempo estándar para conocer al detalle el tiempo en que se incurre para realizar cada actividad necesaria para el barnizado de las láminas.

Tal como muestra la figura 4.12, el tiempo de ciclo que tiene un bulto desde la colocación del montacargas en la cama de rodillo, barnizado, paletizado y su apilamiento en la nave (galpón) correspondiente es de 21 minutos y 55 segundos en dos turnos de doce horas y seis días a la semana.

Con el fin de analizar todo el movimiento de los recursos de la línea, en la tabla 13, se muestra los datos correspondientes al uso de montacargas por especificación de lámina y por capacidad de traslado permisible de la máquina (4000 kg.), donde se evidencia que hay sub utilización del mismo con un % de uso. Como se había mencionado en el capítulo anterior, el 55 % de la producción del área dentro del tiempo de análisis del presente trabajo, corresponden a la especificación 0,17 donde el % de uso del montacargas esta entre 68 – 72 %.

CAPÍTULO 5

5. PROPUESTA DE MEJORA

Realizando un proyecto de mejora, además de encontrar una posible solución para el problema analizado, es necesario mostrar y analizar de forma financiera la factibilidad de la aplicación de dicha solución planteada. Dichos resultados son las limitantes que clasifican las soluciones viables para poder realizar una mejora al problema a tratar y enfocarse en la que creará un ahorro o sea económica.

En este capítulo se revisa la aplicación de la mejora y el beneficio que traería a la operación y aumento a la productividad de la línea analizada, de esta manera se corrobora el objetivo principal y específico de este trabajo. Además, se presentan y analizan los aspectos operativos y financieros de las

alternativas de solución para los problemas planteados en el capítulo anterior.

5.1 Diseño de la Propuesta de Mejora

En el capítulo anterior se detectó las causas de los problemas más relevantes de la línea analizada, luego de esto, se propone posibles soluciones a dichos problemas:

Tiempo Alto por Alimentación de Bultos.

La actividad de alimentación de bultos es parte intrínseca del proceso de la línea que se está analizando, pero se debe tener claro que el porcentaje del tiempo de para total corresponde a esta actividad y como se muestra en el capítulo anterior, el 35% del tiempo total incurre en esta actividad.

Se realiza la siguiente propuesta para esta problemática:

- Aumentar la medida estándar, de cada presentación en pallet, del número de hojas para aumentar el lote de producción por unidad de carga, con esto se pretende reducir el tiempo de alimentación de láminas en el transportador y mejorar la productividad de la línea ingresando una mayor cantidad de láminas a ser barnizadas.

Tiempo Alto por Lavado de Barnizadora.

La actividad de lavado de barnizadora se la realiza necesariamente en un cambio de formato como parte del cumplimiento del programa de producción de la línea, pero se debe considerarlo como una oportunidad de mejora donde se podría dar opciones para disminuir y reducir el tiempo de preparación de máquina para una nueva corrida de producción.

Para realizar esta mejora se tiene las siguientes opciones:

- Aumentar la medida estándar, de cada presentación en pallet, del número de hojas a barnizar para aumentar el lote de producción por unidad de carga. Si es viable el aumento de láminas a barnizar por pallet como unidad de carga, se reducirán los tiempos de lavado de barnizado ya que se tendrán un aumento en el tiempo de ciclo del barnizado del bulto, disminuyendo la cantidad de lavados y aumentando la cantidad de láminas barnizadas.
- Realizar un cambio de área de almacenamiento de los químicos a utilizar al momento de lavar la máquina para reducir distancias y sea más rápido para el operador de línea realizar el lavado, al igual que los cambios de barnices para las siguientes corridas.

Tiempo Alto de Para por Problemas Mecánicos.

Las paradas altas por problemas mecánicos son generadas por las constantes alimentaciones que tienen los bultos generando problemas en el sistema de succión. La bomba al generar la succión por presión de aire provoca la desincronización en la mesa transportadora al momento del ingreso del bulto.

Para disminuir estos tiempos por paras mecánicas se proponen mejoras en la mesa transportadora como:

- Aumentar los succionadores o ventosas
- Cambiar la bomba de presión de aire
- Sincronizar la mesa transportadora

Con esto, se pretende dar mayor estabilidad al ingreso de la lámina, así como la correcta presión de aire que se necesita para separar las láminas entre sí para evitar trabamientos y choques al ingreso del transportador.

Tiempo Alto de Cambio de Rodillos.

La actividad de cambio de rodillos es otro de los problemas a analizar en este trabajo debido al tiempo que se necesita al momento de realizar cambios de

formato o por lámina dañada. Este segundo problema corta el caucho del rodillo provocando que la lámina quede con una superficie irregular al momento de barnizarla.

Para disminuir los tiempos por cambio de rodillos se consideraran las siguientes opciones:

- Aumentar la medida estándar, de cada presentación en pallet, del número de hojas a barnizar para aumentar el lote de producción por unidad de carga. Si es viable el aumento de láminas a barnizar por pallet como unidad de carga, se reducirán los tiempos de cambio de rodillo ya que se tendrán un aumento en el tiempo de ciclo del barnizado del bulto, disminuyendo la cantidad de cambios y aumentando la cantidad de láminas barnizadas.
- Realizar una mejora en la zona de almacenamiento de rodillos para minimizar el tiempo de demora de traslado desde esta zona hasta la línea de producción.

5.2 Implementación de la Propuesta de Mejora

Para realizar la implementación de las mejoras, se dieron a conocer diferentes alternativas con las cuales se procede a elegir la que serían más factible para la solución del problema principal de este trabajo.

Para las problemáticas de tiempo alto por alimentación de bultos, por lavado de barnizadora y por cambio de rodillos, una de las alternativas presentadas fue común el “aumentar el estándar o número de láminas por pallets” por lo que se procedió a analizar la posibilidad de implementarla.

Para el aumento del número de láminas se debe considerar los recursos disponibles e instalados en la planta para llevar a cabo esta propuesta de implementación:

- Líneas de otras secciones
- Recurso montacargas
- Línea de Barnizado

Para las líneas de producción de otras secciones, el aumento del número de láminas en el área de barnizado no es una problemática, ya que se reciben las láminas cortadas en tira para continuar con el procesamiento de la lámina hasta convertirlo en envase, por lo tanto, el beneficio para estas áreas sería un aumento en su producción ya que se entregaría una mayor cantidad de tiras de láminas si llegase a ser factible esta mejora, cabe indicar que este resultado no se mostraría por no ser el enfoque principal de este trabajo.

Para el recurso montacargas, como se lo había analizado en el capítulo anterior, es un eslabón importante en la cadena del proceso de lámina ya que es el montacargas quien transporta desde la zona de lámina de corte

hasta el alimentador de bulto de la barnizadora. La capacidad máxima de carga del montacargas es de **4000 Kgs.** la cual, se convierte en una de las restricciones para saber hasta cuanto sería el aumento de láminas, ver tabla 14.

TABLA 14
CÁLCULO DE LÁMINAS A AUMENTAR SEGÚN CAPACIDAD
MÁXIMA

| Capacidad Montacarga (Kg.) | | 4000 | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------|------------|---------------|------------|----------------|---------------|--|
| Espesor | #Láminas Actual | #Bultos/Viaje | Peso/Lámina | Peso/Viaje | % Utilización | Proyección | #Láminas Prop. | Peso Mejorado | |
| 0,16 | 1700 | 2 | 0,8588 | 2920 | 73 | 2329 | 2300 | 3950,59 | |
| | 1700 | 2 | 0,7624 | 2592 | 65 | 2623 | 2300 | 3506,82 | |
| 0,17 | 1700 | 2 | 0,8488 | 2886 | 72 | 2356 | 1900 | 3225,53 | |
| | 1700 | 2 | 0,7941 | 2700 | 68 | 2519 | 1900 | 3017,65 | |
| | 1700 | 2 | 0,8288 | 2818 | 70 | 2413 | 1900 | 3149,53 | |
| | 1700 | 2 | 0,8271 | 2812 | 70 | 2418 | 1900 | 3142,82 | |
| | 1700 | 2 | 1,0112 | 3438 | 86 | 1978 | 1900 | 3842,47 | |
| | 1700 | 2 | 0,8541 | 2904 | 73 | 2342 | 1900 | 3245,65 | |
| | 1700 | 2 | 0,8429 | 2866 | 72 | 2373 | 1900 | 3203,18 | |
| 0,19 | 1300 | 2 | 1,0015 | 2604 | 65 | 1997 | 1900 | 3805,85 | |
| | 1300 | 2 | 0,9969 | 2592 | 65 | 2006 | 1900 | 3788,31 | |
| 0,2 | 1300 | 2 | 1,2746 | 3314 | 83 | 1569 | 1500 | 3823,85 | |
| | 1500 | 2 | 0,9840 | 2952 | 74 | 2033 | 1500 | 2952,00 | |
| 0,22 | 1100 | 2 | 1,4100 | 3102 | 78 | 1418 | 1400 | 3948,00 | |
| | 1100 | 2 | 1,1445 | 2518 | 63 | 1747 | 1400 | 3204,73 | |
| 0,23 | 1300 | 2 | 1,1777 | 3062 | 77 | 1698 | 1600 | 3768,62 | |
| | 1300 | 2 | 1,2169 | 3164 | 79 | 1643 | 1600 | 3894,15 | |
| 0,25 | 1300 | 2 | 1,1262 | 2928 | 73 | 1776 | 1600 | 3603,69 | |
| | 1100 | 2 | 1,5873 | 3492 | 87 | 1260 | 1200 | 3809,45 | |
| 0,28 | 1100 | 2 | 1,3500 | 2970 | 74 | 1481 | 1400 | 3780,00 | |

De acuerdo a la tabla mostrada, se toma como restricción principal los 4000 kgs límites que el montacargas puede transportar y calcular el número máximo de láminas que se puede aumentar para no sobrepasar dicha restricción:

KGS MÁXIMO = 4000

#BULTOS/VIAJE = 2

PESO/LÁMINA = - (varía de acuerdo para espesor de lámina)

CANTIDAD MÁXIMA DE LÁMINAS POR BULTO = KGS. MÁXIMO / (#
BULTO/VIAJE * PESO/LÁMINA)

Para ilustrar el cálculo y de acuerdo a lo indicado en el capítulo anterior donde se indicó que el 55% de la producción del área corresponde al espesor de 0.17, se toma como referencia la especificación 300*407 debido a que tiene el mayor peso por lámina en este espesor, por lo tanto:

CANTIDAD MÁXIMA DE LÁMINAS POR BULTO = 4000 kgs / (2 bultos *
1,012 kg/un.)

CANTIDAD MÁXIMA DE LÁMINAS POR BULTO = 1978 un/bulto.

De acuerdo a este cálculo, se puede marcar el límite en este espesor para estandarizar la cantidad de láminas a aumentar para implementación en la mejora, es decir, que de 1700 láminas que tiene actualmente, se puede aumentar hasta máximo 1900 láminas para este espesor.

De igual forma, se aplica la fórmula para los demás espesores que se tienen dentro de la empresa para realizar el cálculo y respectivo ajuste para no excederse la restricción.

Para la línea de barnizado se debe considerar la maquinaria instalada para poder observar las restricciones para el aumento de las láminas en cada espesor que se procesa en el área. Para la línea que se está analizando, el proceso comienza con la colocación del bulto en el alimentador, por lo cual no sería una restricción el aumento ya que realizando la mejora, el bulto tendrá una mayor cantidad de láminas, lo cual no implica complicaciones para el proceso ya que es independiente del número de láminas que reciba.

El área de Barnizado tiene un subproceso, antes de barnizar las láminas, llamado corte de láminas, este proceso ya descrito en el capítulo 3, es el que abastece de láminas virgen a la línea de barnizado y es donde se realiza el análisis para conocer si existe una restricción para el aumento de la cantidad de láminas en los bultos:

- A. La bobina es colocada en el volteador para comenzar el abastecimiento y corte de la lámina según plan de producción (no hay restricción)
- B. Según plan, se corta las láminas basado en especificaciones en cuanto a calidad y cantidad (posible restricción)
- C. Las láminas al ser cortadas, pasan a ser transportadas a los apiladores A y B de la línea de corte para almacenar la cantidad de bultos según especificación (posible restricción).



FIGURA 5.1 TRANSPORTADOR DE LINEA DE CORTE

- D. Bulto pasa a ser colocado en el transportador para enzuncharse y ser llevados a zona de almacenamiento (posible restricción).

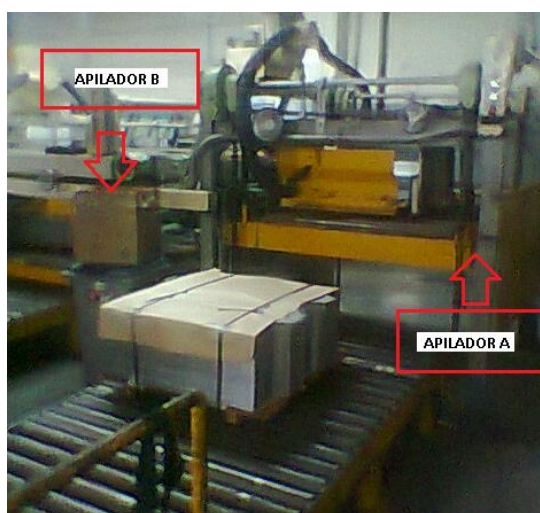


FIGURA 5.2 APILADORES DE LA LINEA DE CORTE

Para cambiar las especificaciones de la cantidad de láminas que la máquina tiene que cortar de acuerdo al espesor de la lámina se deben modificar los parámetros establecidos en la línea de corte, para esto, el jefe de producción debe coordinar con el área de mantenimiento electrónico para realizar las modificaciones en los parámetros para la nueva estandarización.

Para la segunda posible restricción se realizó las mediciones necesarias en los apiladores para comprobar que no haya inconvenientes con el bulto al momento de salir del apilador y pasar a la cama de rodillos para que sean enchunzados. Para esto, se calculó la altura que tendrá la nueva especificación de los bultos al momento de apilarse, de la cual se tuvo el resultado mostrado en la tabla 15.

TABLA 15

CÁLCULO DE ALTURAS PARA AUMENTO DE LÁMINAS EN BULTO

| Espesor | #Láminas Actual | #Láminas Propuesta | Aumento x Bulto | Altura de Bulto Actual | Altura de Bulto Propuesto | Diferencial de Alturas |
|---------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
| 0,16 | 1700 | 2300 | 600 | 272 | 368 | 96 |
| | 1700 | 2300 | 600 | 272 | 368 | 96 |
| 0,17 | 1700 | 1900 | 200 | 289 | 323 | 34 |
| | 1700 | 1900 | 200 | 289 | 323 | 34 |
| | 1700 | 1900 | 200 | 289 | 323 | 34 |
| | 1700 | 1900 | 200 | 289 | 323 | 34 |
| | 1700 | 1900 | 200 | 289 | 323 | 34 |
| | 1700 | 1900 | 200 | 289 | 323 | 34 |
| 0,19 | 1300 | 1900 | 600 | 247 | 361 | 114 |
| | 1300 | 1900 | 600 | 247 | 361 | 114 |
| 0,2 | 1300 | 1500 | 200 | 260 | 300 | 40 |
| | 1500 | 1500 | 0 | 300 | 300 | 0 |
| 0,22 | 1100 | 1400 | 300 | 242 | 308 | 66 |
| | 1100 | 1400 | 300 | 242 | 308 | 66 |
| 0,23 | 1300 | 1600 | 300 | 299 | 368 | 69 |
| | 1300 | 1600 | 300 | 299 | 368 | 69 |
| | 1300 | 1600 | 300 | 299 | 368 | 69 |
| 0,25 | 1100 | 1200 | 100 | 275 | 300 | 25 |
| 0,28 | 1100 | 1400 | 300 | 308 | 392 | 84 |

Como se puede ver en la tabla 15, el máximo de diferencial que tendrá en cuanto a altura será de 11,4 cm que se presenta en el espesor de 0,19, es decir, que la holgura entre la última lámina apilada y el borde del cuadrador del apilador deberá ser de 11,4 cm como mínimo al momento que el bulto con las láminas incrementada salga de los apiladores hacia la cama de rodillos y seguir el proceso normal que será enzuncharlo y almacenarlo.

Realizando las mediciones para comprobar la holgura en los apiladores, se midieron el apilador A y apilador B dando como resultado lo siguiente:

Apilador A (Holgura) : 14 cm

Apilador B (Holgura) : 3 cm



FIGURA 5.3 ALTURA DEL APILADOR B

Comparando el cálculo realizado entre el diferencial de la altura actual y la altura a obtener una vez realizada el aumento de láminas por bulto, se percató que el apilador B es una restricción para realizar la mejora propuesta, dando como resultado que para implementarla, el apilador B tiene que tener la misma holgura que el apilador A.

Para realizar una propuesta de mejora en el apilador B, se mantuvo una reunión con la jefatura del área para mostrarle la alternativa del incremento del número de láminas, indicando que la mayor restricción para realizar el cambio era aumentar la holgura en el apilador B para que el bulto pueda salir sin problemas del cuadrador a la cama de rodillos. Se concretó una reunión con el área de proyectos para evaluar las posibles alternativas para la implementación, llegando a las siguientes:

- Realizar una obra civil para llegar a la holgura del apilador B y pueda bajar hasta obtener la altura necesaria para la salida del bulto con las láminas aumentadas

TABLA 16
COSTO DE OBRA CIVIL

| Trabajo de Obra Civil | |
|---|------------|
| Desmontaje de apilador B (mecánicos de planta) | 0 |
| Costo de la obra civil para holgura en apilador B | 200 |
| TOTAL | 200 |

- Realizar un trabajo metalmecánico en la cama de rodillo para poder adaptarla a la nueva altura del apilador B

TABLA 17

COSTO DE TRABAJO METALMECÁNICO

| Trabajo Metalmecánico en Cama de Rodillos | |
|---|------------|
| Costo del trabajo metalmecánico para adaptar cama de rodillos a la nueva altura | 150 |
| TOTAL | 150 |

PASOS A SEGUIR PARA LA IMPLEMENTACION DE LA MEJORA

- 1) Se realiza una reunión con el área de mantenimiento y del área de barnizado para la propuesta establecida de aumentar la holgura del apilador B.
- 2) Se solicitó la cotización de la obra civil con dos contratista del área de mantenimiento y del trabajo metalmecánico con los mismos proveedores
- 3) Una vez se apruebe la cotización que mejor convenga para el trabajo se programaría mantenimiento de la línea de corte para no afectar el abastecimiento de material virgen a la línea de barnizado. Generalmente la línea para los viernes en la tarde y arranca lunes a primera hora.
- 4) Una vez coordinado entre las dos áreas dicho trabajo, se desmonta el apilador B para realizar la obra civil que no es más de picar el piso hasta

la profundidad necesaria para poder bajar el apilador y este pueda enviar el bulto con la nueva especificación.

- 5) El trabajo en la cama de rodillos se la realizaría al mismo tiempo que la obra civil para evitar retrasos y poder arrancar de inmediato con las nuevas especificaciones.
- 6) Una vez hecho los trabajos, se prueba el apilador y la cama de rodillos.

Realizada estas mejoras se eliminan la restricción para el apilamiento de láminas con el nuevo estándar para la implementación de este proyecto dando como resultado el incremento en todos los tipos de láminas que la empresa transforma para envase de conserva.

TABLA 18
TIPOS DE HOJALATAS CON LÁMINAS INCREMENTADAS POR
BULTO

| ESPESOR | #LÁMINAS ACTUAL | # LÁMINAS PROPUESTA | % MEJORA EN APILAMIENTO |
|---------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| 0,16 | 1700 | 2300 | 35,29 |
| | 1700 | 2300 | 35,29 |
| 0,17 | 1700 | 1900 | 11,76 |
| | 1700 | 1900 | 11,76 |
| | 1700 | 1900 | 11,76 |
| | 1700 | 1900 | 11,76 |
| | 1700 | 1900 | 11,76 |
| | 1700 | 1900 | 11,76 |
| | 1700 | 1900 | 11,76 |
| 0,19 | 1300 | 1900 | 46,15 |
| | 1300 | 1900 | 46,15 |
| 0,2 | 1300 | 1500 | 15,38 |
| | 1500 | 1500 | 0,00 |
| 0,22 | 1100 | 1400 | 27,27 |
| | 1100 | 1400 | 27,27 |
| 0,23 | 1300 | 1600 | 23,08 |
| | 1300 | 1600 | 23,08 |
| | 1300 | 1600 | 23,08 |
| 0,25 | 1100 | 1200 | 9,09 |
| 0,28 | 1100 | 1400 | 27,27 |

Como se puede observar en la tabla 18, todas las hojalatas a ser transformadas por parte de la empresa tiene un aumento importante en la cantidad de láminas por bulto en comparación a la actual estandarizada, basados en el proceso ejemplo que es con el espesor de 0,17 se puede notar que aumenta en 12% aproximadamente el número de láminas para ser barnizadas considerando que este espesor ocupa el 50% del plan de producción.

Con respecto al recurso montacargas, se ve notablemente un aumento en la productividad de este recurso ya que se optimizan los traslados de un punto a otro, tal como se muestra en la tabla 19.

TABLA 19
% UTILIZACIÓN DE RECURSO MÁQUINA AUMENTADO CON
INCREMENTO DE LÁMINAS

| Capacidad Montacarga (Kg.) | | 4000 | | | | |
|----------------------------|---------------|---------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ESPESOR | #Bultos/Viaje | Peso/Viaje - Actual | % Utilización - Actual | Peso Mejorado - Propuesta | % Utilización . Propuesta | Diferencial % Utilización |
| 0,16 | 2 | 2920 | 73 | 3950,59 | 98,76 | 25,76 |
| | 2 | 2592 | 65 | 3506,82 | 87,67 | 22,87 |
| 0,17 | 2 | 2886 | 72 | 3225,53 | 80,64 | 8,49 |
| | 2 | 2700 | 68 | 3017,65 | 75,44 | 7,94 |
| | 2 | 2818 | 70 | 3149,53 | 78,74 | 8,29 |
| | 2 | 2812 | 70 | 3142,82 | 78,57 | 8,27 |
| | 2 | 3438 | 86 | 3842,47 | 96,06 | 10,11 |
| | 2 | 2904 | 73 | 3245,65 | 81,14 | 8,54 |
| | 2 | 2866 | 72 | 3203,18 | 80,08 | 8,43 |
| 0,19 | 2 | 2604 | 65 | 3805,85 | 95,15 | 30,05 |
| | 2 | 2592 | 65 | 3788,31 | 94,71 | 29,91 |
| 0,2 | 2 | 3314 | 83 | 3823,85 | 95,60 | 12,75 |
| | 2 | 2952 | 74 | 2952,00 | 73,80 | 0,00 |
| 0,22 | 2 | 3102 | 78 | 3948,00 | 98,70 | 21,15 |
| | 2 | 2518 | 63 | 3204,73 | 80,12 | 17,17 |
| 0,23 | 2 | 3062 | 77 | 3768,62 | 94,22 | 17,67 |
| | 2 | 3164 | 79 | 3894,15 | 97,35 | 18,25 |
| | 2 | 2928 | 73 | 3603,69 | 90,09 | 16,89 |
| 0,25 | 2 | 3492 | 87 | 3809,45 | 95,24 | 7,94 |
| 0,28 | 2 | 2970 | 74 | 3780,00 | 94,50 | 20,25 |

Como se puede ver en la tabla 19, se optimizan los traslados desde el almacenamiento de la línea de corte (lámina virgen) hasta el transportador de la línea de barnizado. Este incremento ayuda a reducir tiempos de espera para alimentar la línea de barnizado y reducir números de traslados del montacargas del punto A al punto B, optimizando recorridos y ahorro de combustible de la máquina.

Para realizar la toma de tiempo de la propuesta de este trabajo, se completó manualmente tres bultos de 1900 láminas para evidenciar el ciclo de tiempo total del bulto en la línea de barnizado con el nuevo estándar de bulto para el espesor de 0.17, con esto, se compara el incremento del tiempo de ciclo con respecto al tiempo actual promedio que tiene la línea con las 1700 láminas, dando como resultado la tabla 20.

TABLA 20
CICLO DEL TIEMPO TOTAL DEL BULTO EN BARNIZADORA

| ACTIVIDADES DONDE INCREMENTA TIEMPO | CICLO DE ACTIVIDAD (Seg.) | MUESTRA 1 (Seg.) | MUESTRA 2 (Seg.) | MUESTRA 3 (Seg.) |
|--|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Recorrido en el horno | 1037 | 1188,53 | 1178,68 | 1191,56 |
| Alimentación del bulto | 1288 | 1410 | 1402,07 | 1412,44 |
| Ciclo de Tiempo Total del bulto | 1315 | 1437 | 1429,07 | 1439,44 |

Como se puede ver el diferencial en el incremento del número de láminas afecta de manera directa en el ciclo de tiempo total del bulto

incrementándose específicamente en las actividades de alimentación del bulto y el recorrido en el horno, con un incremento del 11,76 % de tiempo con respecto al ciclo promedio con las 1700 láminas para este espesor.

Basándose en la información obtenida en los diagramas de Pareto y el Diagrama de Causa Efecto mostrado en el capítulo 4, este incremento en el tiempo de ciclo disminuirá el tiempo de los problemas encontrados para lo cual fue propuesta esta mejora dentro de la línea escogida.

TABLA 21
REDUCCIÓN DE MINUTOS POR TIEMPO ALTO EN ALIMENTACIÓN DE BULTO

| MESES | BULTOS | MINUTOS X PARA LÍNEA/ MES | Minutos Parados / bulto | Incremento Lámina (%) | Minutos Parados / bulto (Propuesta) | Diferencial Minutos | Minutos a Reducir |
|-------|--------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | 1165 | 3073 | 2,64 | 11,76 | 2,33 | 0,31 | 361,53 |
| 2 | 700 | 3093 | 4,42 | 11,76 | 3,90 | 0,52 | 363,88 |
| 3 | 870 | 2780 | 3,20 | 11,76 | 2,82 | 0,38 | 327,06 |
| 4 | 967 | 2228 | 2,30 | 11,76 | 2,03 | 0,27 | 262,12 |
| 5 | 1475 | 2743 | 1,86 | 11,76 | 1,64 | 0,22 | 322,71 |
| 6 | 1067 | 2532 | 2,37 | 11,76 | 2,09 | 0,28 | 297,88 |

Como se puede apreciar en la tabla 21, al aumentar el número de láminas en el bulto y aumentar el tiempo de ciclo del proceso de barnizado del bulto, se tendrá una reducción de minutos por para de alimentación de bulto. Se realiza una muestra demostrativa tomando en consideración los datos analizados en los seis meses de data.

Aunque se puede ver que el diferencial entre el tiempo que toma la alimentación del bulto es pequeño, la reducción de tiempo en el mes es considerable de tal forma que es más productivo el turno de trabajo y se cumple con el plan de producción.

Para el tiempo alto por concepto de cambio de rodillos se utiliza de igual forma el diferencial de tiempo para conocer la reducción de los minutos parados, donde ejemplarizando con la data obtenida se puede apreciar que en la misma cantidad de rodillos cambiados durante el mes se ve una disminución en el tiempo de cambio, ver tabla 22.

TABLA 22
REDUCCIÓN DE MINUTOS POR TIEMPO ALTO EN CAMBIO DE
RODILLOS

| MESES | CAMBIO DE RODILLOS | MINUTOS X CAMBIO/MES | Minutos Cambio x Rodillo | Incremento Lámina (%) | Minutos Cambio x Rodillo (Propuesta) | Diferencial Minutos | Minutos a Reducir |
|-------|--------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|--|---------------------|-------------------|
| 1 | 21 | 575 | 27,38 | 11,76 | 24,16 | 3,22 | 67,65 |
| 2 | 14 | 755 | 53,93 | 11,76 | 47,58 | 6,34 | 88,82 |
| 3 | 13 | 665 | 51,15 | 11,76 | 45,14 | 6,02 | 78,24 |
| 4 | 20 | 954 | 47,70 | 11,76 | 42,09 | 5,61 | 112,24 |
| 5 | 24 | 493 | 20,54 | 11,76 | 18,13 | 2,42 | 58,00 |
| 6 | 26 | 637 | 24,50 | 11,76 | 21,62 | 2,88 | 74,94 |

Para los tiempos de lavada de barnizadora se debe tener en cuenta que se dan en el momento de cambio de formato de lámina a barnizar o para fin de

jornada cuando es necesario dejar la línea inoperativa por cumplimiento del plan de producción, falta de material a barnizar o por daño en la línea.

TABLA 23
REDUCCIÓN DE MINUTOS POR TIEMPO ALTO EN LAVADA DE
BARNIZDORA

| MESES | LAVADA DE BARNIZADA | MINUTOS X LAVADA/MES | Minutos Parados / Lavada | Incremento Lámina (%) | Minutos Parados / Lavada (Propuesta) | Diferencial Minutos | Minutos a Reducir |
|-------|---------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|--|---------------------|-------------------|
| 1 | 29 | 1030 | 35,52 | 11,76 | 31,34 | 4,18 | 121,18 |
| 2 | 22 | 945 | 42,95 | 11,76 | 37,90 | 5,05 | 111,18 |
| 3 | 23 | 1245 | 54,13 | 11,76 | 47,76 | 6,37 | 146,47 |
| 4 | 24 | 1340 | 55,83 | 11,76 | 49,26 | 6,57 | 157,65 |
| 5 | 36 | 896 | 24,89 | 11,76 | 21,96 | 2,93 | 105,41 |
| 6 | 43 | 929 | 21,60 | 11,76 | 19,06 | 2,54 | 109,29 |

Nuevamente tomando la data obtenida en la recopilación de la información, se puede observar en la tabla 23 que los tiempo disminuyen para la misma cantidad de lavadas tomadas como muestra, esto, debido al aumento del ciclo de tiempo en el proceso de barnizado, donde se optimiza en 11.76% el tiempo para realizar una nueva actividad y tener a la línea produciendo un mayor tiempo reduciendo los setup de la máquina por actividades intrínsecas que no se las dejará de hacer por ser parte fundamental en el proceso de barnizado.

Continuando con las otras alternativas a presentar en esta propuesta de mejora para las problemáticas presentadas:

Tiempo Alto por Lavado de Barnizadora.

| ALTERNATIVAS |
|--|
| * Cambio de área de almacenamiento de químico para lavado de barnizadora |

Actualmente la frecuencia con la que se realiza el lavado de la barnizadora depende del tipo de barniz a utilizar dependiendo del tipo de lámina a barnizar y su etapa de barnizado en la que se encuentra, como se ha explicado en capítulos anteriores, esta actividad es intrínseca dentro del proceso.

El promedio de lavado de máquina esta entre 30 – 40 minutos, donde una de los pasos o procedimientos que se describen para esta actividad, está el traslado del operador de la línea desde el punto A al punto B (20 metros) para tomar los químicos para el lavado de máquina, llenar la cantidad que requiere y trasladarse nuevamente a la línea para realizar el lavado de la misma, esta actividad no puede ser realizada durante la producción ya que el operador debe verificar el nivel de barniz en el rodillo para evitar problemas de calidad en el barnizado.

Para lo cual se propone colocar o realizar una estación de trabajo dentro de la línea que contengan siempre los químicos que se necesita para el lavado de la misma.



FIGURA 5.4 PROPUESTA DE ESTACIÓN DE TRABAJO DE QUÍMICOS DE LIMPIEZA DE MÁQUINA

Con esta propuesta se está ahorrando entre 3 a 4 minutos por lavado de barnizadora que corresponde al 13 % del tiempo utilizado para esta actividad, es decir que aplicándolo a los datos obtenidos, en un mes donde se registró el lavado por 1645 minutos, se puede ahorrar 162 minutos aproximadamente implementando esta propuesta y cumplimiento con las normas de manipulación de químicos peligrosos y lineamientos de seguridad industrial.

Tiempo Alto de Para por Problemas Mecánicos

| ALTERNATIVA |
|---|
| * Mejoras en la mesa transportadora y de alimentación de bultos |

Los tiempos altos de para por problemas mecánicos ocurren al momento de comenzar la alimentación del bulto a la línea de barnizado, el bulto es preparado para la alimentación a la línea colocándolo en una mesa agarrada con 4 cadenas para subirla hasta el alimentador, el operador de la línea tiene que ajustar con una barra metálica el bulto para ajustarlo a la entrada del alimentador, una vez cuadrado el bulto y encendido el alimentado, las láminas son levantadas por ventosas que mediante presión de vacío agarran la lámina y las envía a la mesa de transportación donde si no se tiene una buena calibración de acuerdo al espesor de la lámina que se está barnizando, ésta se atascará provocando paradas en el proceso y pérdida de material (láminas).

Esta problemática ocupa aproximadamente el 20 % de las paradas de la línea ya sea por calibración y ajuste o por trabamiento de la lámina por lo que es necesario realizar una propuesta de mejora para disminuir el tiempo perdido.

La modificación o cambio del sistema actual del alimentador de bulto es requerida para disminuir el tiempo perdido para la preparación e ingreso de la lámina a la mesa transportadora y por seguridad del operador de la línea, ya que al evitar intervenir en el ajuste o calibración del bulto a la entrada de la línea realizándolo con una herramienta adaptada a esto (fierro) puede poner

en riesgo su integridad y pérdida de materia prima en el caso que el bulto se resbalara o cayeran las láminas alrededor.

Actualmente la máquina tiene 4 ventosas que al momento de encender el alimentador se genera presión sobre las láminas para agarre y traslado hacia la mesa de transportación. La propuesta de mejora es realizar la adaptación de un número mayor de ventosas para obtener mayor agarre al momento del ingreso a la mesa de transportación ya que como se ha venido mencionando en capítulos anteriores, existen diferentes espesores de láminas a barnizar lo cual en ciertos momentos las láminas serán más livianas o más pesadas lo que aumentando el número de ventosas al momento de generar la presión de vacío, la lámina tendrá mayor sujeción y no sufrirá daño como golpes, ralladuras o arruga en el contorno del mismo.

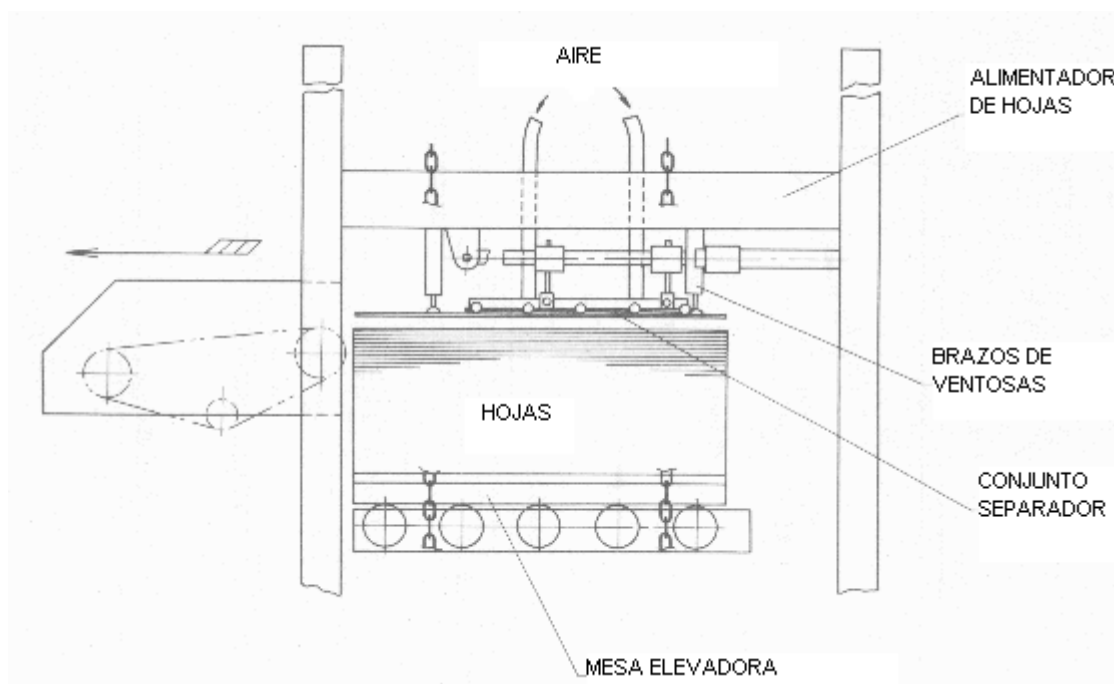


FIGURA 5.5 EJEMPLO DE MESA ELEVADORA DE BULTO Y SUCCIONADORES AL VACIO

Se realizaron las cotizaciones necesarias para las dos propuestas de mejoras obteniendo los valores mostrados en la tabla 21:

TABLA 24
ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA PÉRDIDA DE TIEMPO POR
PROBLEMAS MECÁNICOS

| Mejoramiento en mesa de transportación y de alimentación de bultos | |
|---|-------------|
| Costo en modificación de mesa de alimentación | 5000 |
| Costo de adaptación de dos ventosas adicionales | 2500 |
| TOTAL | 7500 |

Tomando en consideración la posible mejora que se tendría en ese 20 % por tiempo perdidos por ajustes & calibración y trabamiento de láminas, la gerencia tomará en cuenta estos valores para una implementación más adelante dando prioridad a las anteriores mencionadas.

Aunque no se ha analizado en el transcurso de este proyecto la afectación en costo de material por desperdicio en proceso del área de barnizado, esta propuesta ayudaría a minimizar el rechazo o material defectuoso dentro del mismo, optimizando costos y disminuyendo el porcentaje de manera considerable de un subproducto.

Tiempo Alto de Cambio de Rodillos

| ALTERNATIVAS |
|---|
| * Cambio de área de almacenamiento de rodillo para minimizar recorridos |

Para el tiempo alto de cambio de rodillos, representado en el Pareto (mostrado en el capítulo 4) aproximadamente el 13% de los problemas suscitados en la línea de estudio, ya se planteó una mejora como primera alternativa que fue el aumento en la cantidad de láminas por bulto con el fin de realizar corridas más largas de producción disminuyendo la frecuencia de cambio de rodillos.

Dado que el tiempo promedio para realizar esta actividad se ha determinado en 20 minutos, es necesario verificar el detalle del paso a paso de esta actividad donde se encontró que el operador de línea, una vez tenga que realizar dicho cambio, tiene que trasladarse al lugar de almacenamiento de rodillos a (40 metros) con una carretilla improvisada para esta actividad, para lo cual se propone realizar el diseño y cotización de carretillas adecuadas para mantenerlas cerca de las estaciones de trabajo y preparar los rodillos o materiales en general para realizar esta actividad.

Los tiempos altos de parada por cambio de rodillo no solo se da por el cambio de formato necesario de acuerdo al tipo de lámina a barnizar, también se puede dar debido a daño del rodillo por lámina doblada o corte de la misma ocasionando la para total de la línea de barnizado afectando la producción por lo que se propone como mejora establecer un área de almacenamiento del rodillo cerca de la línea de producción para disminuir este tiempo de traslado y poder actuar de manera ágil ante alguna eventualidad.

TABLA 25
ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA PÉRDIDA DE TIEMPO POR
CAMBIO DE RODILLOS

| Diseño de Carretilla Transportadora de Rodillos | |
|--|------------|
| Costo de carretilla según necesidad de línea | 150 |
| Cantidad propuesta a cotizar | 3 |
| TOTAL | 450 |

PASOS A SEGUIR PARA LA IMPLEMENTACION DE LA MEJORA

- 1) Se realiza una reunión con la jefatura del área para la cotización de 3 carretillas para rodillos.
- 2) Se asigna un lugar cerca de la línea de producción para optimizar tiempo de cambio en caso de presentarse cualquier eventualidad o cambio de formato.
- 3) Se propone revisar con el área de taller mecánico realizar un plan de mantenimiento preventivo para asegurar la disponibilidad de los rodillos para no afectar la producción por rodillo con marcas o cortes por daños de láminas de hojalata.
- 4) Se propone mantener una reunión con la gerencia de operaciones para revisar el estado de los rodillos según su tiempo de vida útil y elaborar un plan de compras para tener rodillos back up si se necesitare.
- 5) Se propone establecer una revisión del plan de producción entre supervisor y operador de línea para tener preparados los materiales necesarios para los cambios de formato y así optimizar tiempo en los cambios de formato o fin de jornada.

El tiempo utilizado por parte del operador en trasladarse para ir a ver el rodillo que se necesita para la producción es de aproximadamente 2 minutos, es decir, representa casi el 10 % de esta actividad por lo cual el establecer un almacenamiento fijo en un lugar dentro de la línea es vital para la optimizar el tiempo de cambio de rodillo.

Una vez el supervisor de la línea revisa de manera oportuna el plan de producción a seguir con el operador de la línea, se podrá preparar los materiales que se necesitarían para un cambio de formato o presentación.

Basándose en la data obtenida, se evidencia que el ahorro en minutos es considerable, se toma como referencia el valor más alto obtenido en el segundo mes por para de cambio de rodillo dando un valor de 954 minutos, lo que representaría que se tendría 95,4 minutos más para cumplimiento del plan de producción, ver detalle en el capítulo 4, tabla 12.

5.3 Análisis de los Resultados

Con los cambios en el apilador B de la línea de corte para aumentar la holgura al momento del apilamiento de las láminas objeto estudio de este trabajo de 1700 a 1900 láminas se eliminaría la mayor restricción obteniendo importantes resultados y optimizando el tiempo perdido en las problemáticas presentadas en este trabajo.

Así mismo, se puede observar cómo se optimiza parte del tiempo de uno de los recursos más importante de un área operativa como es el montacargas, teniendo un aumento en su productividad desde un 8% en el espesor de 0,25 hasta un máximo de optimización de 30% de uso del montacargas en el

espesor de 0,19; lo que da a entender que se tendrá un ahorro en el consumo de GLP y mayor tiempo de duración en las piezas y accesorios de la vida útil de la máquina al disminuir el uso de la misma.

El aumento del ciclo de tiempo en el barnizado de las láminas para la línea de producción seleccionada, implica la disminución directa de los setup de máquina por cada alimentación de bulto, así como en cambio de formato y disminución de la frecuencia de actividades que son fundamentales realizarlas en la línea como la alimentación del bulto, lavada de barnizadora y cambio de rodillos, para cada uno una mejora de 11,76%, 13 % y aproximadamente 10 % respectivamente.

Al implementar un cambio en la mesa de alimentación de bultos, realizando las modificaciones a la mesa y el sistema de ventosas con presión de aire se obtendría una mejora de la totalidad de este tiempo afectado, que representa el 20 % de las anomalías de este estudio ya que reducirías a cero las paradas por problemas mecánicos en ese sector pero a un costo muy elevado, la empresa tomara esta propuesta para proyectarse y a futuro poder implementarla y así optimizar aún más el proceso de barnizado, disminuyendo en su totalidad esta pérdida de tiempo.

Como parte de las alternativas presentadas, el mejoramiento de las áreas de trabajo asignándole estaciones con lo necesario para realizar la limpieza de

la línea, también contribuirá a la disminución del tiempo perdido por lavado de máquina ya que al evitar traslados innecesarios se optimizará el tiempo de para por esta actividad. Como promedio mensual de la data obtenida se puede esperar un ahorro de 138 minutos promedio al tener una estación con los químicos para la limpieza.

Al implementar herramientas de trabajo que agilicen la labor del personal para realizar actividades que demanden tiempo importante para la producción, ayuda a mejorar la productividad de la línea y con esta implementación baja el tiempo de parada por cambio de rodillo, se ahorrará mensualmente 68 minutos promedio junto con la coordinación entre supervisor y operador para adelantarse a tener preparados los materiales para que el cambio sea lo más rápido posible en el menor tiempo.

5.4 Análisis Costo – Beneficio

Ya planteada las oportunidades de mejora, se realiza un análisis de los costos y beneficios para la implementación. A continuación se detallan los cuadros con los dichos valores:

Para poder cuantificar el ahorro que se obtendrá en base a las mejoras propuestas, se detalla los recursos utilizados en la línea seleccionada para realizar el respectivo análisis

TABLA 26

COSTO EN DOLARES DE LA MANO DE HORA HOMBRE

| CANTIDAD | PERSONAL | SUELDO (\$) | COSTO H.H. (\$) | COSTO TOTAL H.H. (\$) |
|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------|------------------------------|
| 2 | Montacarguista | 300 | 1,3 | 2,5 |
| 4 | Operador | 270 | 1,1 | 4,5 |
| 2 | Mecánico | 350 | 1,5 | 2,9 |
| 2 | Supervisor | 650 | 2,7 | 5,4 |
| | | | | 15,3 |

Aumento del Número de Láminas por Pallet

TABLA 27

COSTOS Y BENEFICIOS DEL AUMENTO DEL NÚMERO DE LÁMINAS POR PALLET EN EL SEMESTRE ANALIZADO

| COSTOS | VALOR (\$) |
|--|-------------------|
| Costo de la obra civil para holgura en apilador B. | 200 |
| Costo del trabajo metalmeccánico para adaptar cama de rodillos a la nueva altura. | 150 |
| TOTAL | 350 |
| BENEFICIOS | VALOR (\$) |
| Ahorro semestral analizado en cuanto a la data obtenida para el presente estudio en alimentación de bulto, lavadora de máquina y cambio de rodillo | 809,15 |
| Mejora en flujo de producción | No cuantificable |

La mejora es el ahorro en el semestre de \$ 809,15 obtenida del presente estudio al disminuir las paradas provocadas por la alimentación de bultos, por lavado de barnizadora y por cambio de rodillos; es válido acotar que el área de lito barnizado cuenta con dos líneas adicionales, las cuales también se verán beneficiadas por esta propuesta de mejora.

Compra de Soporte de Tambores Químicos Para Lavado de Barnizadora

TABLA 28
COSTOS Y BENEFICIOS DE LA DISMINUCIÓN DE TIEMPO POR
COMPRA DE SOPORTE DE TAMBORES QUÍMICOS SEMESTRE
ANALIZADO

| COSTOS | VALOR (\$) |
|---|---------------------|
| Costo de soporte de tambores de 55 gnes. | 250 |
| TOTAL | 250 |
| BENEFICIOS | VALOR (\$) |
| Ahorro semestral detallado en la data por concepto de tiempo alto por lavado de barnizadora | 211,66 |
| Disminución en frecuencia de lavado y optimizar recorridos del operador | No cuantificable |

El ahorro de tiempo en traslado de materiales para la limpieza de la máquina así como del personal que lo realiza es muy significativo y podemos utilizar ese tiempo para barnizar una mayor cantidad de bultos al realizar lavados más rápidos.

Compra de Carretillas Para Transportador de Rodillos

TABLA 29
COSTOS Y BENEFICIOS DE LA DISMINUCIÓN DE TIEMPO POR
COMPRA DE CARRETILLAS PARA RODILLOS EN
SEMESTRE ANALIZADO

| COSTOS | VALOR (\$) |
|---|---------------------|
| Costo del diseño de 3 carretillas transportadoras | 450 |
| TOTAL | 450 |
| BENEFICIOS | VALOR (\$) |
| Ahorro semestral detallado en la data por concepto de tiempo alto por cambio de rodillo | 104,01 |
| Disminución en frecuencia de lavado y optimizar recorridos del operador | No cuantificable |

Tomando en consideración cada propuesta de mejora y su desarrollo, así como la comparación de los costos y beneficios de cada una de ellas, se puede corroborar que las propuestas analizadas serían las más adecuadas debido a que los beneficios que se obtendrían son superiores a los costos de implementarlas. De igual forma, se tiene beneficios que no son cuantificables debido a que se obtienen mejoras como eliminación de actividades innecesarias que dan un valor agregado a las medidas propuestas.

En la tabla 30 se resume el total de costos a incurrir y beneficios a obtener en la data mostrada como ejemplo al implementar dichas propuestas de mejoras.

TABLA 30
TOTAL COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS PROPUESTAS A
IMPLEMENTAR EN SEMESTRE ANALIZADO

| COSTOS (\$) | BENEFICIOS (\$) |
|---------------|-------------------|
| 1050 | 1124,82 |

Ya analizadas las propuestas de mejoras, se puede denotar cuantas horas se disminuiría en tiempos de para al aumentar la cantidad de láminas en cada bulto de cada especificación que la empresa tiene para trabaja, más la disminución aún mayor del tiempo al proponer mejoras donde se eliminen actividades de traslados del personal operativo.

La reducción de la cantidad de horas que se plantea con las propuestas de mejoras se obtiene una disminución de para de hasta 9,17 horas al mes en el espesor de 0,17 con el aumento del 12% aproximadamente del número de láminas aumentadas, produciendo un ahorro de \$ 140,65 en el costo de hora hombre.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ya realizado los capítulos antes mencionados que ayudaron a comprender el entorno de la empresa, luego de escoger la línea más importante para el presente estudio, se realizó un diagnóstico de la misma para identificar las problemáticas que se presentan y a su vez planteando posibles soluciones para los problemas presentados, soluciones que serán viables desde la parte financiera así como operativa que son revisadas por un grupo selecto de la compañía del área manufactura. En este capítulo, se realiza el desarrollo de las conclusiones para el presente estudio e indicar las recomendaciones para continuar en el camino de la mejora continua de la línea estudiada y del resto de las líneas del área.

6.1 Conclusiones

En el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) Se dio las facilidades necesarias para conseguir la información, así como para realizar y llevar a cabo el presente estudio.
- 2) Se estableció la línea 3 del área de lito barnizado como objeto estudio, una vez analizado los niveles de eficiencia de cada línea y la ayuda de la Función de Valor de Sumas Ponderadas donde los criterios de selección fueron dados por un grupo de personas del área. La línea seleccionada es la más importante desde el punto de vista de eficiencia y nivel de producción, seguida de la línea 2 y en tercer lugar de la línea 1.
- 3) Se realizó un estudio de cada proceso y actividad de la línea para conocer al detalle los posibles problemas a presentarse, de esta forma y con ayuda del jefe y supervisor del área se encontró los problemas más relevantes a los cuales se les realizó el estudio mediante la metodología de Pareto. Las problemáticas que resaltaron fueron: Tiempo de para alto por alimentación de bultos, tiempos de para alto por lavado de barnizadora, tiempo de para

alto por daños mecánicos y tiempo de para alto por cambio de rodillos.

- 4) Se realizó el estudio para cada problemática presentada tomando como referencia un solo espesor de lámina 0,17 ya que la gama de espesores varia.

- 5) Se realizaron propuestas a los problemas más relevantes que se presentaron del estudio; para el tiempo elevado por alimentación de bulto, tiempo elevado de lavado de máquina y tiempo elevado de cambio de rodillo se presentó una alternativa en común que fue el aumento de láminas para cada espesor para aumentar el tiempo de ciclo del barnizado de un bulto, reduciendo la frecuencia de cambio o preparación de la línea al colocar cada bulto; otra alternativa presentada para el tiempo alto por lavada de barnizadora fue el comprar una estación de limpieza de químicos para colocarlo cerca de la línea para evitar el traslado del operador y así disminuir el tiempo de lavado; para el tiempo alto por paradas mecánicas se estableció cambio significativo en las partes mecánicas de la línea dando un elevado costo el realizar esta mejora por lo cual quedará pendiente hasta ver la factibilidad de hacerlo; para el tiempo alto por cambio de rodillo se realizó la propuesta de diseñar soportes móviles para tener los

rodillos cerca de la línea y así evitar el desplazamiento largo al momento del cambio.

- 6) Se revisaron los resultados de la implementación, mejorando el tiempo de ciclo de un bulto de espesor de 0,17 aumentando las láminas en un 12 % aproximadamente lo que impacta directamente en los tiempos altos presentados como problemáticas, al igual que reflejará un ahorro en horas hombre usadas causadas por estas paradas.

6.2 Recomendaciones

Una vez terminado el presente trabajo se recomienda lo siguiente:

- 1) Se debería modificar todos los documentos del sistema de gestión integral por la modificación del estándar del bulto de 1700 láminas a 1900 láminas en el caso del espesor de 0,17.
- 2) Se debería considerar el cambio de piezas y partes de las líneas de barnizado con el fin de disminuir el % de desperdicio de láminas que tienen un costo elevado por los problemas presentados.

- 3) Se recomienda revisar el plan de producción de línea de corte para evitar desabastecimiento de láminas para la línea de barnizado y por ende de esta al resto de las áreas.
- 4) Se recomienda reforzar el plan de seguridad industrial para el personal operativo ya que los bultos son enzunchados y podrían romperse ocasionando los lados y podría ocasionar cortes y daños en general al personal de planta.

ANEXOS

ANEXO 1

CANTIDADES PRODUCIDAS POR LÍNEA EN EL SEMESTRE

| ESPECIFICACIÓN DE LATA | CANTIDAD PRODUCIDA (UN.) | PRODUCCIÓN % |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| 0.16X822X831 | 52992 | 0,5 |
| 0.17X817X760 | 247908 | 2,5 |
| 0.17X826X770 | 4056840 | 40,9 |
| 0.17X842X738 | 1543080 | 15,5 |
| 0.19X856X784 | 421698 | 4,2 |
| 0.20X856X857 | 604800 | 6,1 |
| 0.20X817X767 | 380562 | 3,8 |
| 0.20X876X906 | 1084758 | 10,9 |
| 0.23X813X767 | 1397262 | 14,1 |
| 0.23X813X829 | 133956 | 1,3 |
| | 9923856 | 100,0 |

Se utilizó la información obtenida durante el estudio realizado en el semestre, esta información esta expresada en unidades y porcentaje.

ANEXO 2

LÁMINAS PRODUCIDAS

| LÍNEA | DÍAS PROGRAMADOS | PRODUCCIÓN TEORICA (UN.) | PRODUCCIÓN REAL (UN.) | EFICIENCIA (%) |
|-------|------------------|----------------------------|-------------------------|------------------|
| L1 | 10,4 | 1048320 | 609.820 | 58,17 |
| L2 | 21,3 | 2913840 | 2.062.361 | 70,78 |
| L3 | 21,7 | 3749760 | 2.071.950 | 55,26 |

Se utilizó la información obtenida del 3er. mes, esta información esta expresada en unidades y porcentaje.

ANEXO 3

TIPO DE RODILLO SEGÚN MATERIAL A BARNIZAR

| Rodillo | Diametro / Rodillo (mm.) | Espesor de Hojalata | Tipo de Corte | Desarrollo de Corte (mm.) |
|---------|----------------------------|---------------------|---------------|---------------------------|
| A | 264,55 | 0,16 | Recto | 831,644 |
| B | 265,48 | 0,17 | Recto | 834,566 |
| C | 295,09 | 0,17 | Scroll | 927,589 |
| D | 249,54 | 0,19 | Recto | 784,803 |
| E | 288,19 | 0,20 | Scroll | 906,037 |
| F | 300,39 | 0,20 | Recto | 944,334 |
| G | 244,07 | 0,23 | Scroll | 767,807 |
| H | 263,83 | 0,23 | Recto | 829,571 |
| I | 309,98 | 0,25 | Recto | 974,681 |

Los datos colocados en esta tabla son especificaciones necesarias para el tipo de lámina a barnizar.

ANEXO 4

CARACTERÍSTICAS DE BARNICES

| ESPECIFICACIONES | | | | | | | | |
|------------------|------------|------------|----------|---|---|----------|---|---|
| BARNIZ EXTERIOR | Viscosidad | PESO | PASE T° | | | | | |
| | | | EXTERIOR | | | INTERIOR | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| B1 | 80 -- 90 | 6,5 - 7,5 | 204°c | | | 204°c | | |
| B2 | 75 -- 85 | 6,5 - 7,5 | 204°c | | | | | |
| B3 | 80 -- 90 | 5,5 -- 6,5 | | | | 199°c | | |
| B4 | 75 -- 85 | 6,0 -- 6,5 | 204°c | | | | | |
| B5 | 80 -- 90 | 5,5 -- 6,5 | 196°c | | | | | |
| B6 | 75 -- 85 | 6,5 -- 7,5 | 184°c | | | | | |

ANEXO 5

EJEMPLO DEL PLAN DE BARNIZADO DE HOJALATA

| ORDEN DE PRODUC. | PRODUCTO | TIPO DE TRABAJO | | | | | | |
|------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|-------------------|---------|
| | | MEDIDA DE | BARNIZADO EXT. | UNID INT | TOTAL LAMINAS | BARNIZ PASADAS | BARNIZ UTILIZ. | # |
| | | LAMINA | PRIMER | PRIMER | PASADAS | CODIGO | K.G. | RODILLO |
| 06/08 | T. 202. Real | 0.20X896X784 | 7.171 | | 7.171 | B1 | 108 | 15053 |
| 07/08 | T. 202. Real | 0.20X896X784 | 11.912 | | 11.912 | B1 | 179 | 15053 |
| 08/08 | T. 202. | 0.20X896X784 | 9.244 | | 9.244 | B1 | 139 | 15053 |
| 38/09 | T. 202 | 0.20X896X784 | 12.000 | | 12.000 | B1 | 180 | 15007 |
| 64/08 | T. 202 | 0.20X896X784 | 7.180 | | 7.180 | B1 | 108 | 4959 |
| 65/08 | T. 202 | 0.20X896X784 | 8.300 | | 8.300 | B1 | 124 | 4959 |
| 72/08 | T. 202 | 0.20X896X784 | 15.600 | | 15.600 | B1 | 234 | 4959 |
| 73/08 | T. 202. | 0.20X896X784 | 7.628 | | 7.628 | B1 | 114 | 4959 |
| 74/08 | T. 202. Soberana | 0.20X896X784 | 13.160 | | 13.160 | B1 | 198 | 4959 |
| 75/08 | T. 202. Real | 0.20X896X784 | 13.143 | | 13.143 | B1 | 197 | 4959 |
| 43/10 | T. 202. R.T.M | 0.20X896X784 | 15.562 | | 15.562 | B1 | 234 | 8683 |

- [7] Aragon Empresa. Programa de Mejora Competitiva.
<http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/paginas/D7EFF6D4C6394D96C125702900429390?OpenDocument>. Febrero de 2014.
- [8] Valderas A. “El Mundo de las Latas”.
<http://www.mundolatas.com/informacion%20tecnica/NOCIONES%20BASICAS%20SOBRE%20HOJALATA.htm>. Abril de 2014.