



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS EN UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE EMPAQUES A BASE DE POLIETILENO Y
POLIPROPILENO**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía:
Ricardo Avendaño

Autores:
Iván Alejandro Gortaire Hidalgo
Sebastián Andrés Almeida Cepeda

Año 2012

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Ricardo Avendaño
Ingeniero
C.I. 170489758-4

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Iván Alejandro Gortaire Hidalgo
C.I. 1715000285

Sebastián Andrés Almeida Cepeda
C.I. 1715422133

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios y a todos quienes nos apoyaron en la realización de este trabajo. A nuestros padres por brindarnos todo lo necesario para que este sueño se convierta en realidad. A la UDLA por brindarnos la enseñanza y prepararnos para enfrentar los retos de la vida profesional. A la empresa OYEMPAQUES S.A., a su Gerente propietaria Sra. Yurina Zaldumbide, A nuestros compañeros y amigos. A nuestro Director de Tesis, el Sr. Ricardo Avendaño, por su colaboración, sugerencias y aportes en temas fundamentales de contenido del proyecto.

Iván y Sebastián

DEDICATORIA

Especialmente a mi madre; Guadalupe; que con su ejemplo supo hacer de mi una persona exitosa en mi carrera y un dignísimo ejemplo en mi trayectoria laboral, encontrándose siempre a mi lado y fortaleciéndome cada día con su constancia, paciencia y su confianza en mí, como persona capaz para lograr todo lo que me proponga. A mi padre, que a pesar de estar lejos siempre recibí su valioso ejemplo.

Iván

La presente tesis ha pasado a formar parte de una de las experiencias más importantes de mi vida y por este motivo va dedicada a mis padres, a mi esposa y a mi hijo Nicolás, que son la razón fundamental y el motivo de mi existencia.

Sebastián

RESUMEN

En el globalizado mundo actual, la necesidad de producir eficientemente sin causar perturbaciones ni retrasos en el ciclo de la entrega de un determinado producto, se ha vuelto determinante para cualquier empresa que se respete y que desee perdurar activa en el mercado nacional o internacional, el cual exige respuestas expeditas con los cumplimientos de calidad, cantidad y tiempos de entrega requeridos.

La implementación de sistemas de producción eficientes y eficaces se ha convertido en una de las principales prioridades del mundo empresarial, no obstante, la ejecución de sistemas de producción que logren en la actualidad cumplir con las demandas del mercado, no necesariamente implica tener que hacer grandes inversiones en costosos sistemas de automatización, o en grandes movilizaciones y rediseños de *layout*, y líneas de producción. En realidad, con un análisis adecuado de las situaciones y los elementos con los que se cuenta, se puede lograr desarrollar algún sistema efectivo que cumpla con las necesidades y que no sea causa de una inversión mayor.

Los resultados manifestados por el sistema Kanban cuando ha sido implementado, siempre han sido calificados como excepcionales. El trabajo que aquí se presenta titulado “MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EMPAQUES A BASE DE POLIETILENO Y POLIPROPILENO,” es un ejemplo de ello y fue aplicado en la fábrica industrial OYEMPAQUES S.A., ubicada en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

ABSTRACT

In the globalized world, the need to produce efficiently without causing disruption or delays in the delivery cycle of a product, it has become crucial for any company that is respected and you want to endure active in national or international market, the expeditious response which requires compliance with the quality, quantity and required delivery times.

The implementation of production systems efficient and effective has become one of the main priorities of the business world, however, execution of production systems that achieve at present meet the demands of the market, does not necessarily mean having to make large costly investments in automation systems, or large demonstrations and redesign of layout, and production lines. In fact, with proper analysis of situations and elements that are told, can be achieved to develop some effective system that meets the needs and does not cause a major investment.

The results expressed by the Kanban system when it has been implemented, have always been described as exceptional. The work presented here entitled "PRODUCTION PROCESS IMPROVEMENT IN A PACKAGING PLANT BASED POLYETHYLENE AND POLYPROPYLENE," is an example of this and was applied in the industrial factory OYEMPAQUES SA, located in the city of Quito, Province Pichincha.

ÍNDICE

GENERALIDADES	2
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	14
1.1. Introducción del Kaizen.....	14
1.2 Historia del Kaizen	15
1.3 El Kaizen en acción	16
1.3.1 Control de Calidad Total / Gerencia de Calidad Total.....	16
1.3.2 El Sistema de Producción Justo a Tiempo (JIT).....	17
1.3.3 Mantenimiento Productivo Total (MPT)	17
1.3.4 Despliegue de políticas	18
1.3.5 Sistema de sugerencias	18
1.3.6 Actividades de grupos pequeños.....	19
1.4 Sistema Kanban.....	19
1.4.1 Funciones del Kanban.....	20
1.4.1.1 Control de la Producción.....	20
1.4.1.2 Mejoramiento de los Procesos.....	20
1.4.2 Implementación del Kanban	21
1.4.2.1 Fases de Implementación del Kanban	21
1.4.2.3 Tipos de tarjetas Kanban	25
1.4.3 Tipos de Kanban y sus usos	28
1.4.4 Ventajas del uso de los sistemas JIT y Kanban.....	28
1.4.5 Información necesaria en una Etiqueta Kanban	29
1.4.6 Cómo circulan los Kanban.....	29
1.5 Introducción a las 5 S's	30
1.5.1 Clasificación de las 5 S's	31
1.6 Los Plásticos	32
1.6.1 Generalidades de los Plásticos	33
1.6.2 Los Plásticos y Polímeros	34
1.6.3 Fabricación de los Plásticos	36
1.6.4 Métodos principales para obtener Plásticos	36
1.6.5 Propiedades de los Plásticos.....	37
1.7 Procesos de producción de empaques plásticos	41
1.7.1 Extrusión	41
1.7.2 Laminación	41
1.7.3 Impresión.....	42
1.7.4 Refilado	43
1.7.5 Sellado	43
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	44
2.1 Situación actual.....	44
2.2 Recursos.....	46

2.3 Sistema de la Producción	47
2.4 Flujo de la Materia Prima	48
2.5 Logística y Distribución	50
2.6 La Bodega.....	50
2.7 El Inventario	52
2.8 Identificación de peso	52
2.9 Paros de máquina	53
2.10 Los Operarios	54
2.11 El Control de la Calidad	54
2.12 Evaluación del 5 S	59
2.13 Figura de Procesos.....	65

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROPUESTA.....72

3.1 Introducción	72
3.2 Cronograma.....	73
3.3 Definición del Problema	74
3.4 Medición de tiempos	76

CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO82

4.1 Análisis de valor agregado.....	82
4.2 Funcionamiento del sistema que se propone	84
4.3 Complementos de aplicación para el Runner	84
4.4 Las Reglas que son de obligatorio cumplimiento.....	85
4.5 Diseño de tarjetas Kanban.....	87
4.5.1 Kanban Madre	87
4.5.2 Kanban de Producción	88
4.5.3 Kanban de retirada	88
4.6 Nuevo flujograma propuesto.....	89
4.7 Diseño de etiquetas de identificación de producto terminado.....	91
4.8 Control de Calidad	91
4.9 Checklist de mantenimiento preventivo	93
4.10 Control de inventario.....	94
4.11 Implementación de 5'S	95
4.11.1 Paletizado de rollos e identificación para ahorro de espacio físico	95
4.11.2 Identificación con etiquetas para producto terminado	96
4.11.3 Identificación con etiquetas para producto terminado	97
4.11.4 Limpieza y organización de áreas	98
4.11.5 Rotulación de áreas.....	99
4.11.6 Inventario de producto en proceso	102
4.11.7 Sectorización por pedido	103
4.11.8 Área de Bodega.....	103
4.11.9 Zebra y Balanza electrónica	105

CAPÍTULO V. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	107
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
6.1 Conclusiones	112
6.2 Recomendaciones	113
REFERENCIAS.....	115
ANEXOS	117

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura No. 1.1: Cadena de valor OYEMPAQUES S. A.....	4
Figura No. 1.2: Organigrama OYEMPAQUES S. A.....	5
Figura No. 1.3: Ubicación OYEMPAQUES S. A.....	6
Figura No. 1.4: Ubicación OYEMPAQUES S. A.....	7
Figura No. 1.5 Proceso de la elaboración de empaques a base de PE y PP.....	8
Figura No. 2.1: Planilla de Control de Producción.....	47
Figura No. 2.2: Área de producto semiprocesado.....	48
Figura No. 2.3: Área de producto sin identificación.....	48
Figura No. 2.4: Área de despacho de producto terminado.....	49
Figura No. 2.5: Área de Bodega y pesaje de materia prima.....	50
Figura No. 2.6: Área de bodegaje de tintas y solventes para impresión.....	51
Figura No. 2.7: Identificación de bobinas.....	52
Figura No. 2.8: Calibración de máquina refiladora.....	54
Figura No. 2.9: Verificación de ancho de la lámina.....	55
Figura No. 2.10: Sellado.....	56
Figura No. 2.11: Control de calidad en impresión.....	57
Figura No. 2.12: Área de recepción de materia prima para extrusión.....	58
Figura No. 2.13: Área de refilado.....	59
Figura No. 2.14: Área de impresión.....	60
Figura No. 2.15: Área de refilado.....	61
Figura No. 2.16: Área de extrusión.....	62
Figura No. 2.17: Área de mezcla y pesaje de materia prima.....	63
Figura No. 2.18: Fabricación de empaques plásticos.....	64
Figura No. 2.19: Fabricación de empaques plásticos (2).....	64
Figura No. 2.20: Procesos Gobernantes.....	65
Figura No. 2.21: Procesos fundamentales.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla No. 1.1: Denominación de los plásticos.....	34
Tabla No. 3.1: Matriz de priorización.....	74
Tabla No. 3.2: Medición de tiempos.....	75
Tabla No. 3.3: Extrusión.....	76
Tabla No. 3.4: Laminado.....	77
Tabla No. 3.5: Refilado.....	78
Tabla No. 3.6: Impresión.....	79
Tabla No. 3.7: Sellado.....	80
Tabla No. 4.1: Valor agregado.....	82
Tabla No. 5.1: Costos.....	108
Tabla No. 5.2: Beneficios.....	110
Tabla No. 5.3. Ponderación.....	111

GENERALIDADES

Introducción

La elaboración de los productos en el área industrial involucra principalmente tres etapas:

1. La entrada (personal, material, equipo, políticas, procedimientos, métodos y el medio ambiente).
2. Realización del producto o servicio (proceso).
3. La salida (brindar un servicio y/o elaboración de un producto).

En dichas etapas se cometen errores que afectan la calidad del producto y/o servicio. Todos los días un defecto es creado durante un proceso (etapa), esto toma un tiempo adicional para la prueba, análisis y reparación. Estas actividades no-adicionales requieren espacio, equipo, materiales y gente.

Existen metodologías que pueden ayudarnos a la prevención, reparo y control de estos errores en los procesos industriales, siendo una de ellas la Six-Sigma (6σ), que es una metodología de calidad de clase mundial (iniciada por Motorola en 1986) aplicada para ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo que consta en definir el problema, medir, analizar, mejorar y controlar; y Lean Manufacturing, que se enfoca en los ocho problemas que están relacionados en una empresa con ineficiencias y desperdicios. Se estima que en Oyempaqués más del 60 a 70% de las actividades están afectados por los mismos y esto podría cambiar y representar grandes oportunidades de reducir costes y aumentar la productividad.

Hoy es necesario implementar estas herramientas, si se quiere mantener vivas a las empresas especialmente en el entorno económico crítico en el cual se desenvuelven ahora, obviamente también incluyendo las exigencias del

mercado, la competitividad que aun en nuestro país en esta industria no se encuentra muy desarrollada y es una gran oportunidad y principalmente la voz de nuestro cliente.

El problema es que se carece de estudios técnicos y demostrativos, tampoco registros de productividad, los cuales pueden ayudar a identificar las posibles fallas en los procesos, que es ahí donde principalmente este proyecto va a ser desarrollado, de tal forma transformar estas altas ineficiencias tanto de uso de maquinaria, como de espacio y del propio personal operativo, como el de personal directivo, en ventajas competitivas.

En OYEMPAQUES existe la buena intención de tener las cosas bajo control, pero sin un proyecto de estudio técnico es imposible, tal es así, que se cometen tan grandes errores que incluso se ha llegado a calificar de “maldición” (mala suerte) a la elaboración de cierta cartera de productos, por los grandes desperdicios que generan. Lo cual la mala administración productiva; poco técnica; ha llevado a los operadores a incluso no querer hacer determinados pedidos del cliente. Es entonces no solo necesario nuestro proyecto, sino urgente.

Descripción de la empresa

La fábrica industrial OYEMPAQUES S.A., se encuentra ubicada en la calle de los Arupos E5-143 y Eloy Alfaro, al norte de la ciudad de Quito, su creación puede catalogarse como de relativa reciente ya que su fecha de inicio data del mes junio de 1999.

Su producción se encuentra destinada a elaborar un grupo de productos confeccionados a base de polietileno y polipropileno. Dichos productos se pueden catalogar como:

- Fundas
- Empaques

- Films
- Fajillas
- Rollos
- Laminaciones

De manera habitual toda la producción se consignada como material de insumo para la industria alimenticia, aunque también tiene como destino el “consumidor final”. El cien por ciento de los productos fabricados se hacen bajo pedido contando con una amplia cartera de clientes, en su mayoría industrias lácteas o productoras de alimentos.

Para OYEMPAQUES S.A. su **Misión** se traduce en:

“Es una empresa confiable y competitiva dedicada a la elaboración de empaques plásticos de todo tipo para la industria alimenticia especialmente, posicionando a la industria plástica como un eje estratégico del desarrollo industrial, económico y ambiental en el Ecuador.”

De la misma manera, su **Visión** está definida como:

“Fomentar la competitividad en la industria plástica, fortalecer su capacidad productiva para mantener las líneas que maneja a la vanguardia del mercado nacional, continuar impulsando el desarrollo de la empresa para lograr expandir su exportación de productos a todas las provincias del país.”

A continuación se presenta la cadena de valor y el organigrama de OYEMPAQUES S.A.:



Figura No. 1.1: Cadena de valor OYEMPAQUES S.A.

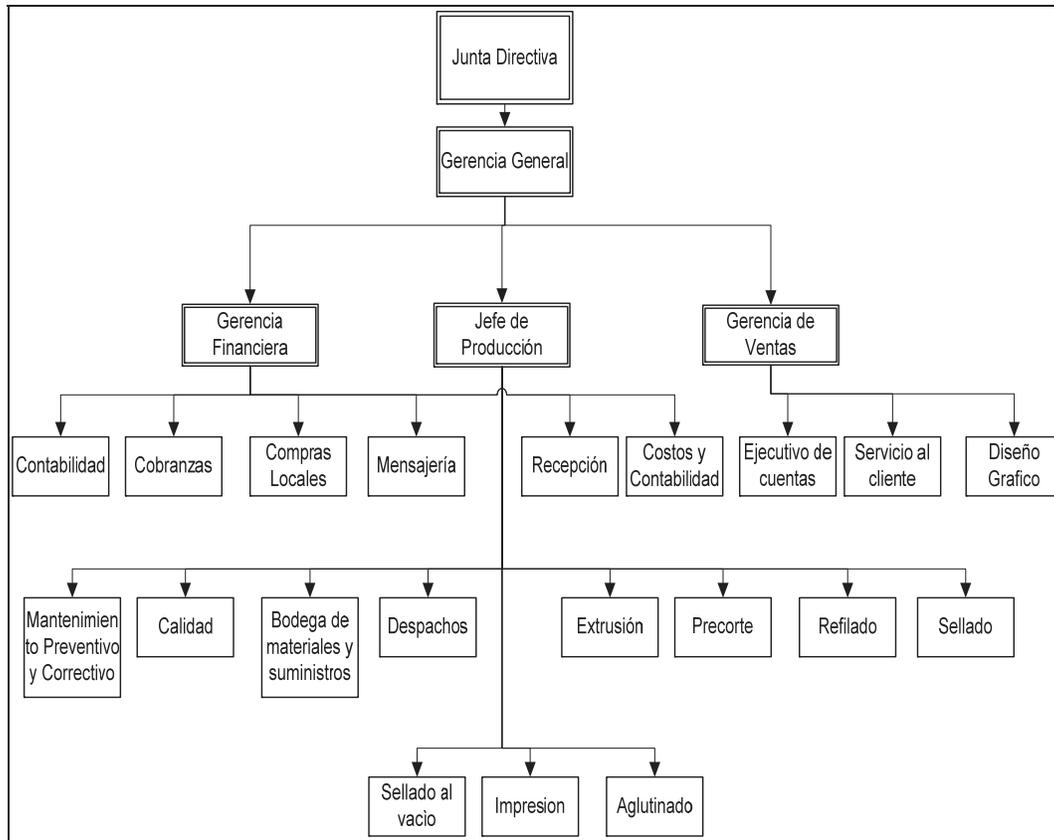


Figura No. 1.2: Organigrama OYEMPAQUES S.A.

En los últimos años, esta fábrica ha mantenido de manera sistemática un crecimiento provechoso; aproximadamente un 6% anual en el margen de utilidad bruta, aunque el mismo no ha disfrutado de un respaldo especializado o de control técnico, motivo por el cual, se hizo necesario ejecutar esta investigación que contribuyera a disminuir las grandes cantidades de desperdicio que generan sus procesos productivos así como su manifiesta ineficiencia operativa. No obstante la rentabilidad de los plásticos en esta década y a pesar de los grandes desperdicios generados, le permite a dicha industria, alcanzar importantes utilidades anuales las que le ofrecen la posibilidad de seguir cumpliendo con sus objetivos.

En cuanto a la información que posee dicha empresa, se pueden señalar las observaciones siguientes:

En la misma solo existe esencialmente un control contable
El control de producción real no mantiene una exigencia rigurosa
La logística se puede catalogar como deficiente
Los registros históricos no son almacenados de forma correcta
El trabajo del mantenimiento no se lo hace adecuadamente
La capacidad de la fábrica es aprovechada al máximo de su capacidad

Es importante destacar que su sistema, solo recepta el pedido, pasa por una autorización gerencial, se elabora una hoja con las características del ítem y salta a producirse, sin ningún control de tráfico interno ni control de calidad alguna, para luego ser despachado y facturado.

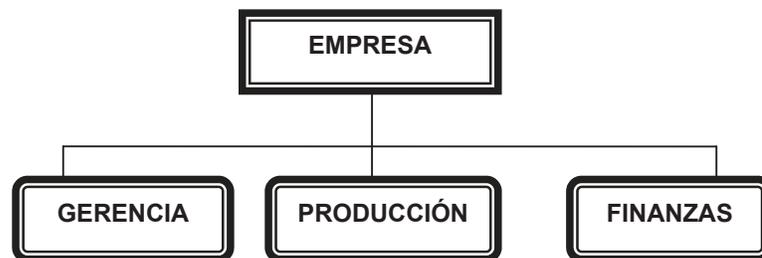


Figura No. 1.3: Ubicación OYEMPAQUES S.A.



Figura No. 1.4: Ubicación OYEMPAQUES S.A.

La fábrica no posee manuales de procesos, de procedimientos, reglamentos de seguridad o aplicación de normas ambientales, en ella no consta un organigrama real y tan solo se estructura en una división interdepartamental constituida por:



Oyempaques S. A. industrializa los insumos los cuales son polímeros que el Ecuador importa de la industria petroquímica de China, Méjico o la India, y su línea de producción se puede representar mediante el Figura siguiente:

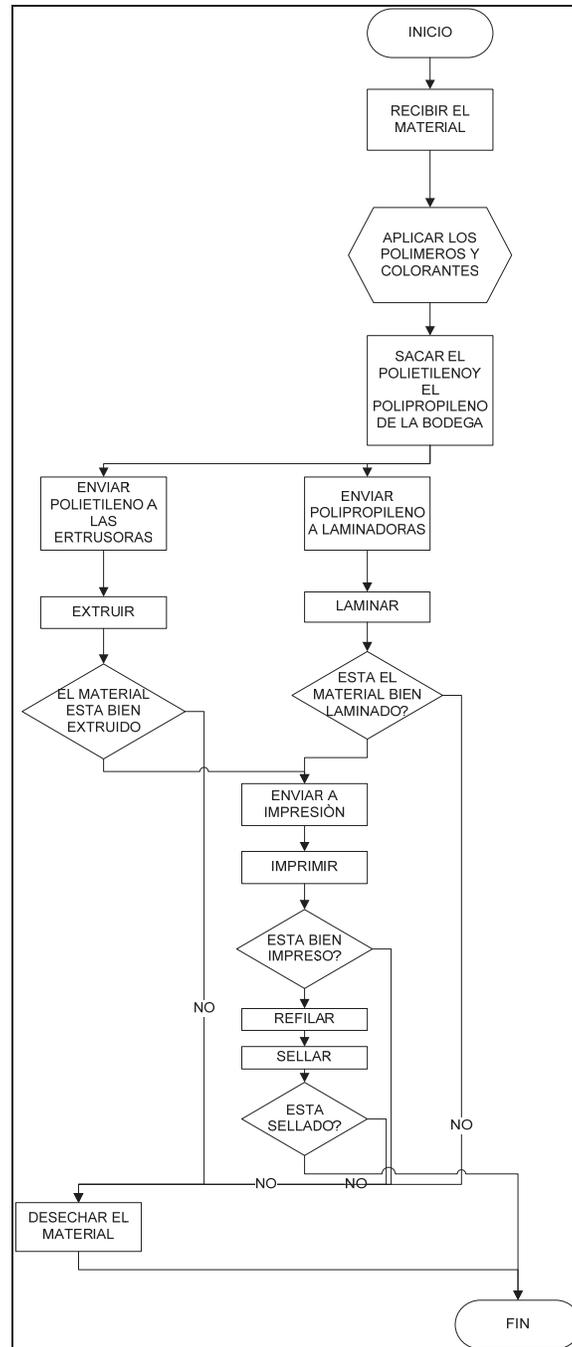


Figura No. 1.5 Proceso de la elaboración de empaques a base de PE (Polietileno) y PP (Polipropileno).

Objetivos

Objetivo General

- Mejorar los procesos productivos para la elaboración de empaques plásticos a base de **Kaizen**, las cuales aseguren su calidad y mantengan bajo control la productividad.

Objetivos Específicos

- Optimizar el flujo de material, por medio de sistema **Kanban** con **Runner**, para reducir el tiempo de entrega al cliente.
- Diseñar un cronograma de mantenimiento autónomo de maquinaria, que evite la parada de la misma.
- Diseñar plantillas de control de calidad cualitativo y cuantitativo para evitar el exceso de material defectuoso.
- Demostrar la necesidad de capacitar al personal de producción del control estadístico de procesos y del talento humano, para optimizar su rendimiento.
- Realizar una plantilla para el control de inventarios, estandarización y 5's básico.

Alcance

Aunque el nivel general de existencia de desperdicios en la empresa se considera bastante alto, el estudio que aquí se presenta, estuvo enfocado esencialmente dirigido a mejorar la eficiencia de la productividad y la

disminución de los desperdicios de cada proceso individual destinados a la elaboración de empaques plásticos, los cuales comprenden los procesos de:

- Mezcla
- Extrusión
- Impresión
- Refilado
- Sellado

Para la ejecución del trabajo anteriormente detallado fue necesario de manera previa acometer ciertos requerimientos los cuales fueron:

- Definir el producto y servicio
- Identificar los requisitos de los clientes
- Comparar los requisitos con los productos
- Describir cada proceso

Paralelamente a las tareas anteriores se hizo ineludible trabajar en la capacitación del personal tanto directivo como con los operarios en temas tales como:

- La motivación al trabajo en equipo
- La elaboración de un sistema Kanban para controlar el inventario en tránsito a base de runner
- Un cronograma de mantenimiento para las máquinas
- Un control de entradas y salidas de bodega
- Un sistema de penalización del tipo 5´S para los puestos de trabajo
- Figuras de eficiencia hombre máquina
- Sistema para controlar el peso real, el empaque y distribución en los supermercados internos de almacenaje de los rollos q van a otros procesos

- Planillas de recolección de datos Muestral para encontrar defectos en las dimensiones y frecuencia en los defectos cualitativos (DPU) por rollo en cuanto control de calidad
- Implementar un sistema de bonificación por buen rendimiento que no sea del tipo *pay by performance*, sino con capacitación para mejora, trabajo en equipo y rotación en los procesos
- Rotulación y seguridad industrial.

Justificación

El estudio aquí presentado, tuvo como eje cardinal el proporcionar la información adecuada para ayudar a la implementación de la máxima calidad del producto (disminuir desperdicio y reducir la variabilidad en sus tolerancias), así como crear la confianza y comunicación entre todos los participantes desde el nivel operacional hasta el gerencial, debido a que la actividad del negocio parte de la información, las ideas y la experiencia, y esto ayuda a elevar la calidad y el manejo administrativo.

Una vez observado el comportamiento del proceso, se buscó reducir al máximo los defectos en los productos, la entrega a tiempo de los mismos y lograr la plena satisfacción del cliente.

Para poder tener una comparación efectiva de lo propuesto los autores consultaron experiencias similares de empresas japonesas, las cuales son un ejemplo de cómo se aplican estas herramientas y sus consiguientes resultados, ya que en sus procesos de producción utilizan el sistema vendedor-cliente, en cada etapa del proceso y cada una de ellas es responsable de su actividad y debiendo entregar el producto con buena calidad (sin defectos) y en los tiempos previstos.

Para confirmar dichos, resultados se comprobaron los tiempos de entrega y la calidad del producto de acuerdo a las capacidades de las empresas y del personal que labora en ellas.

Que exista una cultura de calidad en los empleados es esencial para cualquier proceso de producción, y esta aspiración se consigue gracias al trabajo sistemático para la introducción de innovaciones y mejoras unido a los procesos de capacitación y entrenamiento que debe recibir el personal.

Con la implementación del sistema Kanban aplicable en esta cadena de valor del tipo *pull* se consigue que el equipo de trabajo se comprometa a cumplir con la calidad requerida en cada proceso (antes, durante y después del mismo) sin que se pierda la continuidad de la producción, estandarizando cada proceso desde la recepción del pedido hasta el despacho del mismo.

De similar manera, se obtiene una disminución del tiempo que existe entre los ciclos que agregan y que no agregan valor al producto e identificar y erradicar las causas que provocan tanto desperdicio, que incluye el desperdicio de potencial humano existente en dicha empresa.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción del Kaizen

De acuerdo a la descripción que se ofrece en (Almonte, 2011, P. 29), **Kaizen** es una palabra muy apreciable en muchos países e idiomas significando en su traducción al español más simple “*mejoramiento continuo*”. Está considerada como una estrategia actual de calidad que se distingue por mejorar los procesos productivos de una empresa y aumentar la productividad de la misma.

El Kaizen de manera más concisa se convierte en una estrategia o un sistema enfocado en el mejoramiento continuo de todo lo que forma el sistema de una empresa.

El Kaizen tuvo su origen en el Japón con objetivos muy concretos “*lograr superar las necesidades que la economía nipona adolecía y poder alcanzar económicamente el desarrollo de las potencias industriales de Occidente.*” Fue una ardua batalla la cual involucró no solo al sistema empresarial del país, sino a toda la sociedad en su conjunto cuyos resultados evidentes estuvieron dados por el logro de la satisfacción plena de un por ciento muy alto de los japoneses los cuales son considerados como número poblacional, una cifra bastante alta en comparación con la extensión geográfica y los recursos naturales que el país posee.

En el mundo actual y globalizado que se vive, que ya sufre los efectos del cambio climático, agudizado por situaciones tales como la polución ambiental, el incremento de la población y la previsible carencia de recursos energéticos,

se trabaja de manera insistente en la búsqueda de nuevas soluciones que permitan mantener un nivel de vida con calidad.

Para alcanzar dichos objetivos es necesario promover las experiencias ya probadas y el káiser es un perfecto ejemplo de ello pues trabaja con el mejoramiento continuo de los recursos, optimizándolos con una alta eficacia.

De acuerdo al contenido de sus proyecciones, el Kaizen resalta la necesidad que tienen tanto las empresas como sus trabajadores de capacitarse de manera sistemática y mantenerse al día con los cambios tecnológicos adoptando una nueva visión de lo que es y significa el comercio, desde la perspectiva de satisfacer absolutamente las necesidades de los consumidores de los productos y los servicios.

Para alcanzar dichas metas u objetivos, la aplicación del Kaizen como método científico empresarial, demanda del esfuerzo, de la participación y la concientización de cada individuo que forma la organización.

1.2 Historia del Kaizen

Durante los años 50 del siglo pasado en Japón, la ocupación de las fuerzas militares estadounidenses llevó consigo expertos en métodos estadísticos de control de la calidad, de procesos que estaban familiarizados con los programas de entrenamiento denominados TWI (Training Within Industry), cuyo propósito era proveer servicios de consultoría a las industrias relacionadas con la Guerra.

Los programas TWI durante la posguerra se convirtieron en fuentes de instrucción a la industria civil japonesa, en lo referente a métodos de trabajo (control estadístico de procesos). Dichos conocimientos metodológicos, los impartieron especialistas en la materia como W. Edwards Deming y Joseph M. Juran; y fueron muy fácilmente asimilados por los japoneses.

Es así como confluyeron “la inteligencia emocional de los orientales (la milenaria filosofía de superación), y la inteligencia racional de los occidentales” dando lugar a lo que en la actualidad se le conoce como “la estrategia de mejora de la calidad Kaizen”. La aplicación de esta estrategia a su industria llevó al Japón a situarse en poco tiempo entre las principales economías del mundo.

1.3 El Kaizen en acción

De acuerdo a (Almonte, 2011, p. 33), el programa Kaizen señala que para que en una empresa exista un mejoramiento continuo y pueda alcanzar los objetivos trazados, ante todo es necesario la constancia y la disciplina apoyado por la ayuda de la aplicación de seis sistemas fundamentales, los cuales son:.

- Control de calidad total / Gerencia de Calidad Total
- Un sistema de producción justo a tiempo
- Mantenimiento productivo total
- Despliegue de políticas
- Un sistema de sugerencias
- Actividades de grupos pequeños

1.3.1 Control de Calidad Total / Gerencia de Calidad Total

Uno de los principios de la gerencia japonesa, señala (Lefcovich, 2010, p. 18), ha sido el Control de Calidad Total (TQC) que, en su desarrollo inicial, hacía énfasis en el control del proceso de calidad. Esto ha evolucionado hasta convertirse en un sistema que abarca todos los aspectos de la gerencia, y ahora se conoce como gerencia de calidad total.

La (TQM) es una estrategia que consiste en mejorar continuamente todos los niveles operativos y en cada área funcional de una empresa, utilizando y optimizando los recursos humanos y de capital disponibles. El mejoramiento

está orientado a alcanzar metas amplias, como los costes, la calidad, la participación en el mercado, los proyectos y el crecimiento.

La (TQM) consiste en la aplicación de métodos cuantitativos y recursos humanos para mejorar el material y los servicios suministrados a una empresa, los procesos dentro de la organización, y la respuesta a las necesidades del consumidor en el presente y en el futuro.

1.3.2 El Sistema de Producción Justo a Tiempo (JIT)

Este sistema se originó en la empresa automotriz Toyota y por tal razón es conocida mundialmente como Sistema de Producción Toyota. Este sistema se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes.

1.3.3 Mantenimiento Productivo Total (MPT)

El mantenimiento productivo total está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El MPT involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones.

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo

regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción "*Justo a Tiempo*" y la automatización controlada de las operaciones.

1.3.4 Despliegue de políticas

El despliegue de la política se refiere al proceso de introducir las políticas para Kaizen en toda la compañía, desde el nivel más alto hasta el más bajo. La dirección debe establecer objetivos claros y precisos que sirvan de guía a cada persona y asegurar de tal forma el liderazgo para todas las actividades Kaizen dirigidas hacia el logro de los objetivos. La alta gerencia debe idear una estrategia a largo plazo, detallada en estrategias de mediano plazo y estrategias anuales. La alta gerencia debe contar con un plan para desplegar la estrategia, pasarla hacia abajo por los niveles subsecuentes de gerencia hasta que llega a la zona de producción. Como la estrategia cae en cascada hacia las categorías inferiores, el plan debe incluir planes de acción y actividades cada vez más específicas.

1.3.5 Sistema de sugerencias

El sistema de sugerencias funciona como una parte integral del programa Kaizen orientado a individuos, y hace énfasis en los beneficios de elevar el estado de ánimo mediante la participación positiva de los empleados. Los gerentes y supervisores deben inspirar y motivar a su personal a suministrar sugerencias, sin importar lo pequeña que sean. La meta primaria de este sistema es desarrollar empleados con mentalidad Kaizen.

Para que tengan éxito, los programas de sugerencias necesitan venderse internamente. Eventos especiales, publicidad, boletines internos y periódicos, juntamente con folletos promocionales precisos y vigorosos, son los ingredientes para mantener el sistema vivo y en buen funcionamiento. No hay que esperar que los sistemas sigan trabajando sin mantenimiento, revisión y nueva inspiración. Cumplidos estos ingredientes, los programas de sugerencias son un sistema muy valioso para cosechar ideas innovadoras.

1.3.6 Actividades de grupos pequeños

Entre las estrategias del Kaizen se encuentran las actividades de grupos pequeños, siendo el más común el Círculo de Calidad. Los mismos no sólo persiguen temas atinentes a la calidad, sino también cuestiones relativas a costos, seguridad y productividad.

Un círculo de calidad es un pequeño grupo de trabajadores que realizan tareas semejantes y se reúnen para identificar, analizar y solucionar problemas del propio trabajo, ya sea en cuanto a calidad o a productividad, tienen un líder o jefe de equipo que cuenta con el apoyo de la organización de la empresa, cuya misión es transmitir a la dirección propuestas de mejora de los métodos y sistemas de trabajo, también existen los círculos de calidad para estudiar un problema de trabajo o una posible mejora del producto, pero no basta con identificar los fallos o los aspectos a mejorar. La misión del círculo es analizar, buscar y encontrar soluciones, y proponer la más adecuada a la Dirección.

1.4 Sistema Kanban

El **Kanban** resalta (Clery, 2010, p. 24), se fundamenta en la combinación de las dos sílabas de la palabra, Las cuales significan: **kan**: visual, y **ban**: tarjeta o tablero, éste es un sistema de información, el cual controla de modo integral la elaboración de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios en cada uno de los procesos que tienen lugar en el interior de la fábrica.

Al Sistema Kanban también se le llama sistema de tarjetas, debido a que se utilizan tarjetas que se las colocan en el puesto de los materiales y se los retira cuando los materiales del puesto son utilizados, para de esta manera asegurar la reposición de dichos materiales. El Kanban se considera un subsistema del JIT.

1.4.1 Funciones del Kanban

Existen dos funciones principales al rato de implementar el Kanban destaca (Clery, 2010, p. 26):

- Control de la producción
- Mejoramiento de los procesos

1.4.1.1 Control de la Producción

Se trata de integrar los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema Justo a Tiempo, subraya (Clery, 2010, p. 25), en el cual los materiales llegaran a tiempo y la cantidad requerida en las diferentes etapas de la empresa y si esta al alcance incluyendo a los proveedores.

1.4.1.2 Mejoramiento de los Procesos

Esta función tiene como objetivo, insiste (Clery, 2010, p. 26), mejorar las actividades de la empresa mediante el uso de Kanban, esta función se puede llevar a cabo mediante técnicas ingenieriles como:

- Organización del área de trabajo
- Eliminación de desperdicio
- Utilización de maquinaria vs. Utilización en base a demanda
- Manejo de multiprocesos
- Poka-yoke
- Mecanismos a prueba de error
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento productivo total
- Reducción de los niveles de inventario.

Esencialmente Kanban servirá para lo siguiente:

- Empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.

- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario.

Otra función de Kanban es la de movimiento de material, la etiqueta Kanban se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se lograrán los siguientes puntos:

- Eliminación de la sobreproducción.
- Prioridad a la producción, el Kanban con más importancia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control del material utilizado.

1.4.2 Implementación del Kanban

Para la implementación señala (Clery, 2010, p. 27), es importante que los trabajadores delegados para la parte de producción, los trabajadores que realizan la parte de control de producción, y las personas que conforman el área de compras comprendan cómo el sistema Kanban facilitará el trabajo y de la misma forma, mejorará la eficiencia a través de la disminución de la supervisión directa.

1.4.2.1 Fases de Implementación del Kanban

Fase 1
Entrenar a todo el personal en los principios de Kanban, y los beneficios de usar Kanban.
Fase 2
Implementar Kanban en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continuo en la línea de producción.

Fase 3
Implementar Kanban en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de Kanban, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va estar trabajando en su área.
Fase 4
Esta fase consiste de la revisión del sistema Kanban, los puntos de re-orden y los niveles de re-orden, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de Kanban:
- Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia
- Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente

1.4.2.2 Reglas de Kanban

De acuerdo con (Clery, 2010, pp. 29-30), las reglas del Kanban son las siguientes:

Regla 1:

No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes. La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, para prevenir que este no vuelva a ocurrir.

Observaciones para la primera regla:

- El proceso que ha producido un producto defectuoso, lo puede descubrir inmediatamente.
- El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal implicado, no se debe permitir la recurrencia.

Regla 2:

Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario. Esto significa que el proceso subsecuente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea una pérdida si el proceso anterior sufre de partes y materiales al proceso subsecuente en el momento que este no los necesita o en una cantidad mayor a la que este necesita.

La pérdida puede ser muy variada, incluyendo pérdida por el exceso de tiempo extra, pérdida en el exceso de inventario, y la pérdida en la inversión de nuevas plantas sin saber que la existente cuenta con la capacidad suficiente. La peor pérdida ocurre cuando los procesos no pueden producir lo que es necesario cuando estos están produciendo lo que no es necesario.

Para eliminar este tipo de errores se usa esta segunda regla. Si se supone que el proceso anterior no va a suplir con productos defectuosos al proceso subsecuente, y que este proceso va a tener la capacidad para encontrar sus propios errores, entonces no hay necesidad de obtener esta información de otras fuentes, el proceso puede suplir buenos materiales.

Sin embargo el proceso no tendrá la capacidad para determinar la cantidad necesaria y el momento adecuado en el que los procesos subsecuentes necesitarán de material, entonces esta información tendrá que ser obtenida de otra fuente. De tal manera que cambiaremos la forma de pensar en la que se suplirá a los procesos subsecuentes, como subraya Clery, "a los procesos subsecuente pedirán a los procesos anteriores la cantidad necesaria y en el momento adecuado." (2010, p. 29).

Este mecanismo deberá ser utilizado desde el último proceso hasta el inicial, en otras palabras desde el último proceso hasta el inicial.

Existen una serie de pasos que aseguran que los procesos subsecuentes no requerirán arbitrariamente del proceso anterior:

- No se debe requerir material sin una tarjeta Kanban.
- Los artículos que sean requeridos no deben exceder el número de Kanban admitidos.
- Una etiqueta de Kanban debe siempre acompañar a cada artículo.

Regla 3:

Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente. Esta regla fue hecha con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo, para esto se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- No producir más que el número de Kanban.
- Producir en la secuencia en la que los Kanban son recibidos.

Regla 4:

Balancear la producción, de manera en que se pueda producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario para todos los procesos mantener al equipo y a los trabajadores de tal forma que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria.

En este caso si el proceso subsecuente pide material de una manera incontinua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y maquinas en exceso para satisfacer esa necesidad. En este punto es el que hace énfasis la cuarta regla, la producción debe estar balanceada o suavizada.

Regla 5:

Kanban es un medio para evitar especulaciones, de manera que para los trabajadores, Kanban, se convierte en su fuente de información para producción y transportación y ya que los trabajadores dependerán de Kanban

para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción se convierte en una gran importancia.

No se vale especular sobre si el proceso subsecuente va a necesitar más material la siguiente vez, tampoco, el proceso subsecuente puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente lote un poco mas temprano, ninguno de los dos puede mandar información al otro, solamente la que esta contenida en las tarjetas Kanban. Es muy importante que esté bien balanceada la producción.

Regla 6:

Estabilizar y racionalizar el proceso. El trabajo defectuoso existe si el trabajo no está estandarizado y racionalizado, si esto no es tomado en cuenta seguirán existiendo partes defectuosas.

1.4.2.3 Tipos de tarjetas Kanban

Se utilizan tres tipos de tarjetas según se puede leer en (Clery, 2010, pp. 30-33):

Tarjetas de transporte o retirada

Transmiten de una estación a la predecesora las necesidades de material de la estación sucesora. La información que contienen es la siguiente:

- Ítem transportado
- Número de piezas por contenedor
- Número de orden de la tarjeta
- Origen
- Destino

Tarjetas de fabricación o producción

Se desplazan dentro de la misma estación, como órdenes de fabricación para la misma. La información que contienen es la siguiente:

- Centro de trabajo
- Ítem a fabricar
- Número de piezas por contenedor
- Punto de almacenamiento de salida
- Identificación y punto de recogida de los componentes necesarios

Kanban de proveedores

Es una clase adicional de tarjetas que relacionan el centro de recepción de materia prima R, con el centro de fabricación F.

Otros tipos de Kanban

También se utilizan los siguientes tipos de tarjetas Kanban según espresa (Lefcovich, 2010, p. 42):

Kanban urgente: Se emite en caso de escasez de una pieza o elemento. Aunque tanto el Kanban de transporte como el Kanban de fabricación se orientan a resolver este tipo de problemas, en situaciones extraordinarias se emite el Kanban urgente, que debe recogerse inmediatamente después de su uso.

Kanban de emergencia: Se emitirá de modo temporal un Kanban de emergencia cuando se requieran materiales o elementos para hacer frente a unidades defectuosas, averías de la maquinaria, trabajos extraordinarios o esfuerzos especiales en operaciones de fin de semana.

Kanban orden de trabajo: En tanto que los Kanban hasta ahora mencionados resultan de aplicación a una línea de fabricación repetitiva de productos, un Kanban orden de trabajo se dispone para una línea de fabricación específica y se emite con ocasión de cada orden de trabajo.

Kanban único: Cuando dos o más procesos están tan estrechamente vinculados con cada uno de los demás, que pueden verse como un proceso

único, no se requiere intercambiar Kanban entre tales procesos adyacentes, sino que se utiliza una ficha Kanban común para los varios procesos. Dicho Kanban se denomina Kanban único y es semejante al “billete único” válido para dos ferrocarriles adyacentes.

Kanban común: Un Kanban de movimiento (transporte) puede utilizarse también como Kanban de producción cuando la distancia entre dos procesos es muy corta y ambos tienen el mismo supervisor.

Carretilla utilizada como Kanban: El Kanban resulta frecuentemente muy efectivo si se utiliza en combinación con una carretilla, container, o camión. La carretilla suele desempeñar el papel de Kanban. De tal manera el personal encargado de colocar componentes en las carretillas llevará el carro vacío hasta el proceso anterior, es decir, al proceso de montaje o generación de los mismos y recogerá allí tales insumos o elementos, cambiándolo por el vacío, otro carro lleno con los insumos o elementos necesarios. Aunque, siguiendo la regla general, las piezas debería llevar adherido un Kanban, en este caso el número de carretillas tiene el mismo significado que el número de Kanban.

Etiqueta: Para transportar las piezas a la línea de montaje se utiliza con frecuencia una cadena de transporte que lleva las piezas colgadas en suspensores. A cada uno de éstos, a intervalos regulares, se adhiere una etiqueta que especifica qué piezas, en qué cantidad y dónde deben suspenderse de la cadena. En este caso, la etiqueta se utiliza como un tipo de Kanban.

1.4.3 Tipos de Kanban y sus usos

(Moura, 2010, p. 33), dice que éstos varían de acuerdo a su necesidad:

Kanban de Producción

Este tipo de Kanban es utilizado en líneas de ensamble y otras áreas donde el tiempo de set-up es cercano a cero. Cuando las etiquetas no pueden ser pegadas al material por ejemplo, si el material esta siendo tratado bajo calores estos deberán ser colgados cerca del lugar de tratamiento de acuerdo a la secuencia dentro del proceso.

Kanban Señalador o Kanban de Material

Este tipo de etiquetas es utilizado en áreas tales como prensas, moldeo por inyección y estampado (die casting). Se coloca la etiqueta Kanban señalador en ciertas posiciones en las áreas de almacenaje, y especificando la producción del lote, la etiqueta señalador Kanban funcionara de la misma manera que un Kanban de producción.

1.4.4 Ventajas del uso de los sistemas JIT y Kanban

- Reducción de los niveles de inventario.
- Reducción de WIP (Work In Process).
- Reducción de tiempos caídos.
- Flexibilidad en la calendarización de la producción y la producción en sí.
- El rompimiento de las barreras administrativas (BAB) son archivadas por Kanban.
- Trabajo en equipo, círculos de calidad y autonomación (decisión del trabajador de detener la línea).
- Limpieza y mantenimiento (housekeeping).
- Provee información rápida y precisa.

- Evita sobreproducción.
- Minimiza desperdicios.

1.4.5 Información necesaria en una Etiqueta Kanban

La información en la etiqueta Kanban debe ser tal, marca (Clery, 2010, p. 35), que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material. La información necesaria en Kanban sería la siguiente:

- Numero de parte del componente y su descripción
- Nombre/Numero del producto
- Cantidad requerida
- Tipo de manejo de material requerido
- Donde debe ser almacenado cuando sea terminado
- Punto de re-orden
- Secuencia deensamble/producción del producto

1.4.6 Cómo circulan los Kanban

De acuerdo al caso de la Toyota, escribe (Clery, 2010, p. 36):

- Cuando las piezas necesarias en la línea de montaje se van a utilizar primero, se recoge un Kanban de transporte y se coloca en una posición específica.
- Un trabajador lleva este Kanban hasta el proceso previo para obtener piezas procesadas. Retira un Kanban de producción de un Palet de piezas procesadas y lo coloca en una posición prefijada. El Kanban de transporte se coloca en el Palet y el Palet se transporta a la línea.
- El Kanban de trabajo en proceso o Kanban de producción retirado del Palet en el proceso previo, sirve como tarjeta de orden e instrucción de trabajo que promueve el procesamiento de piezas sémiprocesadas aprovisionadas desde el proceso previo.

- Cuando ocurre esto, la tarjeta de producción correspondiente el proceso anterior al previo se retira de un Palet de piezas sémiproducidas y se reemplaza por un Kanban de transporte.

Con este sistema, explica (Lefcovich, 2010, pp. 50-52),

“...solamente se necesitan indicar los cambios de planes al final de la línea de montaje. Este sistema tiene el beneficio añadido de simplificar la burocracia, cuando la producción se ejecuta pasando instrucciones a cada proceso, algunos de estos pueden retrasarse, o la producción especulativa puede generar inventarios innecesarios. El sistema Kanban previene este despilfarro.”

El sistema de producción intenta minimizar los inventarios de trabajos en proceso así como los stocks de productos acabados. Por esta razón, requiere una producción en pequeños lotes, con numerosas entregas y transportes frecuentes. No se utilizan las tarjetas de instrucción de trabajo y transferencia de los procesos convencionales de control. En vez de ello, los tiempos y los lugares de las entregas se especifican en detalle. El sistema se establece como sigue:

- Las entregas se realizan varias veces al día.
- Los puntos de entrega física se especifican en detalle para evitar colocar piezas en almacén y tener después que retirarlas para transferirlas a la línea.
- El espacio disponible para la colocación de piezas se limita para hacer imposible acumular excesos de stocks.

El movimiento de los Kanban regula el movimiento de los productos. Al mismo tiempo, el número de Kanban restringe el número de productos en circulación. EL Kanban debe moverse siempre con los productos.

1.5 Introducción a las 5 S's

Es una filosofía, dice (Almonte, 2011, pp. 55), basada en establecer en espacios y lugares vitales para seres humanos (hogar y trabajo), unas

condiciones óptimas donde tenga cabida la productividad, la creatividad y la felicidad.

Es la decisión de:

- Organizar el lugar de trabajo
- Conservarlo limpio
- Condiciones de trabajo estandarizadas
- Actitud disciplinada

1.5.1 Clasificación de las 5 S's

- Seiri - Selección y/o Clasificación
- Seiton – Orden
- Seiso – Limpieza
- Seiketsu - Normalización
- Shitsuke - Disciplina

Seiri - Selección / Clasificación

Diferenciar entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son. Implica separar lo necesario de lo innecesario y eliminarlo. Significa retirar de los puestos de trabajo y de las máquinas, todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción y los que estén ocasionando mal aspecto a nuestras máquinas. (Almonte, 2011, p. 58).

Seiton - Orden

Disponer de manera ordenada todos los elementos que quedan después del Seiri. El Seiton lleva a clasificar los ítems por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para hacer esto, cada ítem debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados. (Almonte, 2011, p. 59).

Seiso - Limpieza

Significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo. Seiso también significa verificar. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina está cubierta de aceite, hollín y polvo, es difícil identificar cualquier problema

que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina podemos detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta que se está formando en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos. Una vez reconocidos estos problemas, pueden solucionarse con facilidad. Se dice que la mayor parte de las averías en las máquinas comienzan con vibraciones (debido a tuercas y tornillos flojos), con la introducción de partículas extrañas como polvo, o con una lubricación o engrase inadecuados. Por esta razón, Seiso constituye una gran experiencia de aprendizaje para los operadores, ya que pueden hacer muchos descubrimientos útiles mientras limpian las máquinas. (Almonte, 2011, p. 60).

Seiketsu - Normalización

Significa mantener la limpieza por medio de normalización o estandarización de actividades, señalización de zonas, favorecer una gestión visual y capacitar al personal para evitar la desorganización nuevamente; manteniendo Seiri, Seiton y Seiso. (Almonte, 2011, p. 61).

Shitsuke - Autodisciplina

Construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las 5 S mediante el establecimiento de estándares. Las 5 S pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario. La esencia de las 5 S es seguir lo que se ha acordado. Se comienza por descartar lo que no necesitamos y luego se disponen todos los ítems necesarios en una forma ordenada. Posteriormente debemos conservar limpio el ambiente de trabajo, de manera que puedan identificarse con facilidad las anomalías, y los tres pasos anteriores deben mantenerse sobre una base continua. (Almonte, 2011, p. 61).

1.6 Los Plásticos

El desarrollo histórico de los plásticos, dice (Lefcovich, 2010, p. 29), se inició al descubrirse que las resinas naturales podían emplearse para confeccionar cuerpos de uso práctico.

Dichas resinas como el betún, la gutapercha, la goma laca y el ámbar, son extraídas de ciertos árboles, y se tiene referencias de que ya se utilizaban en Egipto, Babilonia, la India, Grecia y China. En América se conocía otro material utilizado por sus habitantes antes de la llegada de Colón, conocido como hule o caucho.

El hule y otras resinas presentaban algunos inconvenientes, continúa (Lefcovich, 2010, p. 31), y por lo tanto, su aplicación resultaba limitada. Sin embargo, después de muchos años de trabajos e investigaciones se llegaron a obtener resinas semisintéticas, mediante tratamientos químicos y físicos de resinas naturales.

Alrededor de 1860, en los Estados Unidos surgió el primer plástico de importancia comercial gracias a un concurso para encontrar un material que sustituyera al marfil en la fabricación de las bolas de billar (en esa época se utilizaba tanto marfil, que se sacrificaban 12,000 elefantes anualmente para cubrir la demanda).

El siglo XX puede considerarse como el inicio de "La Era del Plástico", expresa (Lefcovich, 2010, p. 33) que:

“...ya que desde esta época la obtención y comercialización de los plásticos sintéticos ha sido continuamente incrementada y el registro de patentes se presenta en número creciente. La consecución de plásticos sintéticos se originó de la Química Orgánica que se encontraba entonces en pleno auge.

Las tendencias actuales van enfocadas al desarrollo de catalizadores para mejorar las propiedades de los materiales y la investigación de las mezclas y aleaciones de polímeros con el fin de combinar las propiedades de los ya existentes.

1.6.1 Generalidades de los Plásticos

Técnicamente los plásticos, dice (Lefcovich, 2010, p. 44), son sustancias de origen orgánico formadas por largas cadenas macromoleculares, que contienen en su estructura carbono e hidrógeno principalmente. Se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural. Es posible moldearlos mediante procesos de transformación aplicando calor y presión.

Los polímeros, explica (Lefcovich, 2010, p. 46),

“...son compuestos orgánicos que se derivan de la unión de dos o varias moléculas simples llamadas monómeros, por medio de reacciones de poliadición o de policondensación. Se distinguen los compuestos dímeros, trímeros, tetrameros, etc., según si están compuestos por dos, tres, cuatro moléculas o más. Se habla de "altos polímeros" cuando estos compuestos están formados por algunos centenares de unidades monómeros o más.”

1.6.2 Los Plásticos y Polímeros

La denominación de los plásticos se basa en los monómeros que se utilizaron en su fabricación, es decir, en sus materias primas. En los homopolímeros termoplásticos se antepone el prefijo "poli" por ejemplo:

- Monómero Inicial Metil Metacrilato
- Nombre de Polímero Polimetil Metacrilato

Como se puede observar, los nombres químicos de los polímeros con frecuencia son muy largos y difíciles de utilizar. Para aligerar este problema se introdujeron las "*siglas*" o acrónimos. Para el ejemplo citado, u acrónimo es:

- Nombre del Polímero Polimetil Metacrilato
- Acrónimo PMMA

La mayor parte de estos acrónimos han sido inventados por los fabricantes o surgieron de la misma actividad práctica.

Tabla No. 1.1: Denominación de los Plásticos.

ACRÓNIMO	PLÁSTICO
ABS	Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno
CA	Acetato De Celulosa
EP	Epoxica
EPS	Poliestireno Expansible
EVA	Etil Vinil Acetato
HDPE	Polietileno Alta Densidad
LDPE	Polietileno Baja Densidad
MF	Melamina Formaldehido
PA	Poliamida
PB	Polibutadieno
PBT	Polibutilen Tereftalato
PC	Policarbonato
PEI	Poliesterimida
PES	Poliestersulfona
PET	Polietilen-Tereftalato
PF	Fenol-Formaldehido
PMMA	Polimetil Metacrilato
POM	Polioxido De Metileno
PP	Polipropileno
PPS	Polifenilen Sulfona
PS	Poliestireno
PTFE	Politetrafluoroetileno
PUR	Poliuretano
PVC	Cloruro De Polivinilo
SAN	Estireno-Acrilonitrilo
SB	Estireno Butadieno
TPE	Elastomero Termoplastico
TPU	Poliuretano Termoplastico
UHMWPE	Polietileno Ultra Alto Peso Molecular
UF	Urea-Formaldehido
UP	Poliester Insaturado

Fuente: Schy, Dave (2011). How to Manufacture and sell your own products.
<http://www.bs.wlihe.ac.u.k/~jarvis/bola/>.

1.6.3 Fabricación de los Plásticos

Existen, Schy (2011), diferentes tipos de materias primas para producir plásticos. Es en el comienzo del siglo XX que empezaron a desarrollarse productos químicos obtenidos, por síntesis, a partir de los hidrocarburos y que representan hoy en día el 90 % de la producción de los plásticos. Por refinado del petróleo crudo se obtiene diferentes fracciones gaseosas o líquidas. Entre ellas, la NAFTA es la más importante para la síntesis de los plásticos.

Hay dos grandes principios de puesta en práctica:

- Uno para los Termoplásticos
- Otro para los Termoendurecibles

Según el tipo de producto a fabricar (según su tamaño, su forma, las cualidades buscadas) y el polímero utilizado (termoplásticos o termoendurecibles) hay una tecnología correspondiente. Es así como existen más de 20 procedimientos de transformación.

1.6.4 Métodos principales para obtener Plásticos

Compresión

Este procedimiento utiliza la materia en estado de prepolímero que se coloca dentro de un molde antes de ser calentada y luego comprimida. La polimerización se efectúa entonces dentro del molde. La compresión permite fabricar objetos de tamaños pequeños y medianos en termoendurecibles. (Schy, 2011, p. 11).

Estratificación

Esta técnica consiste en impregnar con resina termoendurecible capas superpuestas de soportes como madera, papel o textiles. Estas son luego prensadas y calentadas a alta presión con el fin de provocar la polimerización. Al estar reservado a los productos termoendurecibles, este

procedimiento no permite fabricar más que productos planos. (Schy, 2011, p. 11).

Extrusión

Al ser un procedimiento de transformación en modo continuo, la extrusión consiste en utilizar plástico con forma de polvo o granulados, introducido dentro de un cilindro calentador antes de ser empujado por un tornillo sin fin. Una vez reblandecida y comprimida, la materia pasa a través de una boquilla que va a darle la forma deseada. La extrusión es utilizada en particular en la fabricación de productos de gran longitud como canalizaciones, cables, enrejados y perfiles para puertas y ventanas. (Schy, 2011, p. 12).

Extrusión Inflado

Esta técnica consiste en dilatar por medio de aire comprimido una funda anteriormente formada por extrusión. De ese modo se obtienen películas utilizadas en particular en la fabricación de bolsas para la basura o para congelación y revestimientos para invernaderos. (Schy, 2011, p. 13).

Inyección

Esta técnica consiste en amasar materia ablandada mediante un tornillo que gira dentro de un cilindro calentado y luego introducir ésta bajo presión en el interior de un molde cerrado. Al ser utilizada en la fabricación de piezas industriales en particular para los sectores del automóvil, de la electrónica, de la aeronáutica y del sector médico, la inyección es una técnica que permite obtener en una sola operación productos acabados y formas complejas cuyo peso puede variar de algunos gramos a varios kilos. (Schy, 2011, p. 14).

Moldeo Rotacional

Este procedimiento consiste en centrifugar un polvo fino termoplástico dentro de un molde cerrado. Así, se obtienen cuerpos huecos en pequeñas series. El moldeo rotacional es utilizado en la fabricación de recipientes, balones, contenedores, pero también planchas o velas. (Schy, 2011, p. 14).

1.6.5 Propiedades de los Plásticos

La estructura interna de los plásticos, se puede leer en la Enciclopedia Digital (2011), determina sus propiedades fundamentales. Por ejemplo, los plásticos son malos conductores del calor y de la electricidad, es decir, son aislantes y esto se debe a que sus enlaces son por pares de electrones ya que no

disponen de ningún electrón libre. Tienen densidades más bajas debido a que su estructura es "más suelta", y una serie de características que se analizarán a continuación.

Mecánicas

Al comparar la estructura de un metal y de un plástico, podemos observar que el metal presenta una estructura más compacta y que las fuerzas de unión son distintas a las existentes en los plásticos.

La diferencia es que los plásticos tienen una estructura molecular y los metales una estructura atómica. Por esta razón, los plásticos presentan una resistencia mecánica relativamente menor, un módulo de elasticidad menor, dependencia de las propiedades mecánicas con respecto al tiempo, dependencia de la temperatura principalmente los termoplásticos, gran sensibilidad al impacto aunque en este punto existen grandes diferencias desde los quebradizos como un Poliestireno hasta un resistente Policarbonato. (Enciclopedia Digital, 2011).

Por otra parte, el comportamiento mecánico de los plásticos reforzados, varía en función de la cantidad, tipo de cargas y materiales que contienen.

Térmicas

Como otras propiedades, el comportamiento térmico de los plásticos también es función de su estructura; los plásticos termofijos son quebradizos a lo largo de todo el intervalo de temperaturas, no reblandecen y no funden; un poco por debajo de su temperatura de descomposición T_z se observa una pérdida de rigidez.

Los termoplásticos se vuelven quebradizos a bajas temperaturas que son específicas para cada uno de ellos. Si las temperaturas aumentan, se produce un descenso constante del módulo de elasticidad, es decir, disminuye la rigidez. Al aplicar calor continuo a los termoplásticos amorfos, sufren un reblandecimiento, es decir, la transición a un estado termoelástico. En esta zona, con pequeñas fuerzas se provocan grandes deformaciones; si se sigue calentando se incrementa la movilidad térmica de las moléculas provocando que las cadenas puedan deslizarse unas frente a otras. Esta zona limita con la temperatura de descomposición. (Enciclopedia Digital, 2011).

Los termoplásticos semicristalinos poseen fragmentos amorfos (flexibles) en el intervalo de temperaturas de uso así como cristalinos (rígidos).

Al aumentar la temperatura es posible moldearlos cuando los fragmentos cristalinos alcanzan el intervalo de la temperatura de fusión. Inmediatamente sigue el estado termoplástico y al seguir aumentando la temperatura, este estado se caracteriza por la transparencia que adopta el plástico antes opaco. Esta zona limita la temperatura de descomposición del plástico. (Enciclopedia Digital, 2011).

Como ya se mencionó, los electrones de los plásticos carecen de movilidad, por ello, son materiales con conductividad térmica baja, siendo aislantes térmicos.

Eléctricas

Ya que los plásticos no disponen de electrones libres móviles, tienen un buen comportamiento como aislantes, es frecuente utilizarlos en la industria eléctrica y electrónica, por ejemplo, para carcazas, aislantes; enchufes, recubrimiento de cable y alambre, entre otros. Por todo esto, son importantes las siguientes propiedades eléctricas:

- Resistencia Superficial
- Resistencia Transversal
- Propiedades Dieléctricas
- Resistencia Volumétrica
- Resistencia al Arco

Químicas

En términos generales, por ser los plásticos materiales inertes (no reactivos) frente a la mayoría de las sustancias líquidas, sólidas y gaseosas comunes, muestran mejores propiedades químicas que los materiales tradicionales como papel, madera, cartón y metales, siendo superados únicamente por el vidrio.

Sin embargo, los plásticos continúan mostrando crecimientos en aplicaciones que requieren contacto con diversos tipos de solventes y materiales corrosivos, aún en los que anteriormente se utilizaba el vidrio, donde lo más importante es seleccionar el tipo de plástico ideal, tomando en cuenta las condiciones de presión, temperatura, humedad, intemperismo y otras que puedan acelerar algún proceso de disolución o degradación. (Enciclopedia Digital, 2011).

Absorción de humedad

Esta propiedad es distinta para los diferentes tipos de plásticos, consiste en la absorción de humedad presente en el aire o por la inmersión en agua, siendo dependiente del grado de polaridad de cada plástico. Por ejemplo, los plásticos no polares como el PE, PP, PP, PS, PTFE, absorben muy poca agua; en cambio, los plásticos polares como los Poliamidas o los Poliésteres termoplásticos, absorben gran cantidad de ella; en el caso de los dos últimos se requiere de secado antes de procesarlos y de un "acondicionamiento" en las piezas recién inyectadas para que alcancen un grado de humedad determinado. (Enciclopedia Digital, 2011).

En estos materiales el porcentaje de humedad afecta las propiedades finales de las piezas fabricadas.

Permeabilidad

La permeabilidad es una propiedad que tiene gran importancia en la utilización de los plásticos del sector envase, por ejemplo, en láminas, películas y botellas.

La permeabilidad frente a gases y vapor de agua es un criterio esencial para la selección del tipo de material, según el producto a envasar: alimentos, frutas frescas, bebidas carbonatadas, embutidos y otros. Además del tipo de plástico, la permeabilidad también depende del grosor y de la temperatura. En la mayoría de los casos, se requiere que los materiales plásticos eviten el paso de determinados gases como el CO₂, el NO₂, el vapor de agua y otros, pero también se encuentran casos en que es importante que se permita el paso de sustancias como el O₂ en el caso de legumbres y carnes frías, que requieren "respirar" para conservar una buena apariencia. (Enciclopedia Digital, 2011).

Fricción y desgaste

El comportamiento de los plásticos ante la fricción es muy complejo, se caracteriza por la interacción de los materiales involucrado en el fenómeno, la estructura superficial, el lubricante, la carga específica y la velocidad de desplazamiento. Una aplicación típica son los rodamientos, los mas

importantes están formados por el par plástico-acero. (Enciclopedia Digital, 2011).

Un fenómeno a considerar en este caso es el desprendimiento de calor a través del elemento metálico. Por esa razón soto tienen sentido los datos de coeficientes de fricción referidos a pares de materiales específicos.

1.7 Procesos de producción de empaques plásticos

Existen procesos predeterminados y comunes para la fabricación de empaques plásticos:

- Extrusión
- Laminado
- Impresión
- Refilado
- Sellado

1.7.1 Extrusión

La extrusión de polímeros es un proceso industrial, en donde se realiza una acción de prensado, moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada. El polímero fundido (o en estado ahulado) es forzado a pasar a través de un Dado también llamado boquilla, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas llamada cañón, con una separación milimétrica entre ambos elementos. El material polimérico es alimentado por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón y se obtiene por el otro lado con un perfil geométrico preestablecido, en este caso una lámina rectangular. (Enciclopedia Digital, 2011).

1.7.2 Laminación

Películas de plástico utilizadas para el empaque de alimentos, las cuales están formadas por varias capas de diferentes materiales (como pvc, polietileno baja densidad, polietileno alta densidad, polietileno tereftalato,

polietileno lineal, etc.), todos ellos plásticos y unidos entre sí por adhesivos especiales por medio de un proceso físico efectuado por una “laminadora”, cuya función básica es unir a las diferentes películas independientes (una sobre otra) por medio de un juego de rodillos pegados entre sí. El laminado tiene la desventaja sobre la coextrusión de que se requiere un paso de manufactura adicional en el proceso de elaboración de películas especiales, lo que incrementa la mano de obra, sin embargo, su ventaja sobre el segundo radica en que el costo de una maquina coextrusora es mucho más elevado en relación al costo de una laminadora y una extrusora juntas, por lo que muchos transformadores de plástico lo prefieren como medio de elaboración de empaques. (Enciclopedia Digital, 2011).

1.7.3 Impresión

La flexografía es una técnica de impresión en relieve, puesto que las zonas impresas de la forma están realizadas respecto de las zonas no impresas. La plancha, llamada cliché o placa, es generalmente de fotopolímero (anteriormente era de hule vulcanizado) que, por ser un material muy flexible, es capaz de adaptarse a una cantidad de soportes o sustratos de impresión muy variados. La flexografía es el sistema de impresión característico, por ejemplo, del cartón ondulado y de los soportes plásticos. Es un método semejante al de un sello de imprenta.

En este sistema de impresión se utilizan tintas líquidas caracterizadas por su gran rapidez de secado. Esta gran velocidad de secado es la que permite imprimir volúmenes altos a bajos costos, comparado con otros sistemas de impresión. En cualquier caso, para soportes poco absorbentes, es necesario utilizar secadores situados en la propia impresora (por ejemplo, en el caso de papeles estucados o barnices UVI). (Enciclopedia Digital, 2011).

Las impresoras suelen ser rotativas, y la principal diferencia entre éstas y los demás sistemas de impresión es el modo en que el cliché recibe la tinta. Generalmente, un rodillo giratorio de caucho recoge la tinta y la transfiere por contacto a otro cilindro, llamado anilox. El anilox, por medio de unos alvéolos o huecos de tamaño microscópico, formados generalmente por abrasión de un rayo láser en un rodillo de cerámica y con cubierta de cromo, transfiere una

ligera capa de tinta regular y uniforme a la forma impresora, grabado o cliché. Posteriormente, el cliché transferirá la tinta al soporte a imprimir.

La cantidad de tintas que pueden ser utilizada va desde una hasta diez, incluyendo diferentes tipos de acabados como barnices (de máquina, alto brillo o ultravioleta), laminación plástica y estampado de película.

El proceso de flexografía es característico para la impresión de etiquetas autoadheribles en rollo, las cuales se pueden imprimir en papel, películas y plásticos.

La flexografía es uno de los métodos de impresión más usado para envases, desde cajas de cartón corrugado, películas o films de plásticos (polietileno, polipropileno, poliéster, etc) bolsas de papel y plástico, hasta la impresión de servilletas, papeles higiénicos, cartoncillos plegadizos, periódicos, etc.

1.7.4 Refilado

Es el proceso de ajuste y recorte lateral de bobinas de polietileno y polipropileno impreso y no impreso según especificaciones del producto, garantizando las medidas requeridas en procesos de empaque automático.

1.7.5 Sellado

Proceso por medio del cual se finaliza la elaboración de las bolsas o empaques, en el que por medio de calor se funden dos o tres caras de la lámina. Se pueden además generar cortes transversales o fuelles.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Situación actual

La demanda del plástico en el Ecuador se encuentra determinada por un alto nivel y sistemáticamente ha crecido de manera exponencial en los últimos años siendo la fábrica OYEMPAQUES S. A. una de las pocas a nivel nacional, que se dedica a este proceso fabril.

Esta fábrica ha crecido sustancialmente en de manera continua en el tiempo pero bajo casi ningún control técnico o especializado mostrando un indicador de desperdicios muy alto que señala su también alta ineficiencia operativa. De acuerdo a los estudios realizados para esta investigación, se refleja la actual situación existente en:

Hay solo un control contable básico
No hay control confiable de la producción
No hay control confiable de la logística
No hay control confiable de los registros históricos
No hay control confiable de los mantenimientos
No hay control confiable de la capacidad real de producción
No hay control confiable de los costos
No hay control confiable de las ventas, solo las copias de las facturas.
No hay manuales de procesos
No hay manuales de procedimientos
No hay reglamentos de seguridad
No hay aplicación de normas ambientales
El sistema solo recepta el pedido, pasa por una autorización gerencial, se elabora una hoja con las características del ítem; de aquí en adelante llamadas “ <i>planilla</i> ”; y pasa a producirse, sin ningún control de tráfico interno, ni control de

calidad alguna, para luego ser despachado y facturado.
--

Teniendo en cuenta los problemas que aquí se reflejan y que pertenecen a la realidad actual de la fábrica, por supuesto que generan una serie de dificultades las cuales se pueden resumir en:

Tiempos demasiado largos para los ciclos de producción
Una logística con un nivel alto de ineficiencia
Desconocimientos apreciables del stock existente
Deficiente aprovisionamiento de materias primas
Demoras considerables en los tiempos de las entregas
Pérdidas importantes en las ventas
Pérdida de la confiabilidad y fidelidad de los clientes

Actualmente la industria no cuenta con un organigrama real y confiable, y solo se estructura como si fuera una división interdepartamental que se resume en:

- La atención gerencial
- La atención a las finanzas
- La atención a la esfera productiva

Luego de terminar el proceso investigativo, se llegó a la conclusión por parte de los autores de este trabajo que además, la empresa carece de estudios técnicos y demostrativos, de registros de productividad, los cuales hubieran podido servir como apoyo para identificar las posibles fallas en los procesos, que es en ese aspecto esencialmente donde este proyecto fue desarrollado.

De acuerdo a la información ofrecida por la Gerente General de la empresa, la principal ventaja competitiva con que ellos cuentan es la de “priorizar los pedidos de sus principales clientes, sin importar la espera que esta genere en los pedidos de los otros clientes.”

Dentro de las técnicas empresariales que aplican se encuentran:

- Se utilizan abordajes clásicos para reducir costos y aumentar el lucro como: visión a corto plazo
- El recorte de personal
- La presión sobre los suministradores para reducir costos
- La presión sobre clientes para aumentar el precio

Es importante mencionar que los defectos que se producen en los productos terminados no son registrados; a menos que estos sean motivados por devoluciones de los clientes.

En la actualidad y específicamente solo para ciertos pedidos muy puntuales, en los que se genera un alto desperdicio, existe una determinación la cual es acreditada a un paradigma.

Es imprescindible resaltar que una de las llamativas acotaciones hechas por estos autores fue que en la organización, “no se ha escuchado hablar de metodologías como SIX SIGMA o LEAN MANUFACTURING,” las cuales se encuentran dirigidas a trabajar la mejora de la calidad de los productos.

2.2 Recursos

Oyempagues, en el área operativa dispone de:

Cuatro extrusoras
Una impresora
Dos refiladoras (la capacidad a refilar es de dos rollos simultáneamente)
Cinco selladoras
Una laminadora
Diez operadores
Un jefe de producción

Un asistente de producción

A continuación se detallan los puntos vitales en los que se enfocó el proyecto:

2.3 Sistema de la Producción

El control de la producción se realiza de la manera siguiente:

- Se trabaja con “*planillas de producción*” en las cuales se reporta la cantidad producida y el nivel de desperdicio.
- Esta planilla circula por todos los procesos que le agregan su valor al producto final.
- No se cuenta con ningún mecanismo de control de productividad o eficiencia como cartas de control, análisis de capacidad, indicadores, estado de flujo, BOM, planificación de producción, plan maestro de producción, MRP, etc.
- El desperdicio que se genera, es registrado en la misma planilla en la que se registra la producción, la unidad de registro utilizada es el kilogramo.
- El desperdicio es registrado al final del turno independientemente del número de órdenes procesadas, cuyo dato habitualmente no es real, debido a que no se tiene constancia de las cantidades descritas como desperdicio en la planilla, siendo una de las causas, que los operadores tienen miedo a ser penalizados o sancionados por el desperdicio de materia prima generado; de esa manera, las cantidades registradas no pueden considerarse como un dato confiable.

ROTULACIÓN DE ÁREAS
ACTITUD DISCIPLINADA



Figura No. 2.2: Área de producto semiprocésado



Figura No. 2.3: Área de producto sin identificación

2.5 Logística y Distribución

Para esta categoría tan importante dentro de cualquier ciclo productivo, no existe un área adecuada para el almacenamiento del producto terminado o tan siquiera un ruteo apropiado del mismo. Esta tarea se realiza sin un cronograma determinado y se encuentra a cargo de una sola persona, la cual trabaja con una camioneta que no proporciona un estibaje ni volumen de carga adecuado.



Figura No. 2.4: Área de despacho de producto terminado

2.6 La Bodega

La Bodega es administrada por un solo operador, quien es además el encargado de realizar la preparación y mezcla de la materia prima; sea esta la preparación de pellets a ser extruidos, o la mezcla de solventes y tintas para la impresora. Estas mezclas no han sido estandarizadas. El único control que se

realiza es un inventario; una vez al mes; comúnmente los sábados. No se tienen controles de stocks en tiempo real, ni stocks de seguridad o supermercados. Se usa una balanza mecánica a base de pesas para el despacho de materia prima, lo que no permite un adecuado pesaje de la materia prima despachada.



Figura No. 2.5: Área de Bodega y pesaje de materia prima



Figura No. 2.6: Área de bodegaje de tintas y solventes para impresión

2.7 El Inventario

No existe un control diario de inventario; tanto en cuanto a las materias primas como en los productos en proceso. El principal objetivo del inventario es atinar a un producto semi-terminado de órdenes pasadas, que por la desorganización existente, se encuentran perdidos en la planta. Al igual que en Bodega, el inventario se realiza una vez al mes; comúnmente los sábados. La materia prima o el producto en proceso, además no son detallados ni caracterizados apropiadamente.

2.8 Identificación de peso

No han sido determinados pesos estándar para cada proceso o pedido, dichos pesos por bobina son estimados visualmente y su límite de peso está en función de la capacidad de carga del operador.

Se cuenta con dos balanzas mecánicas a base de pesas; una para la planta y otra para la Bodega de materias primas. Los pesos son resaltados en la

bobina, con marcador y en una parte visible. No se reduce el peso del cono en el caso de las bobinas y tampoco se tiene estándares o estimados del peso de los mismos.

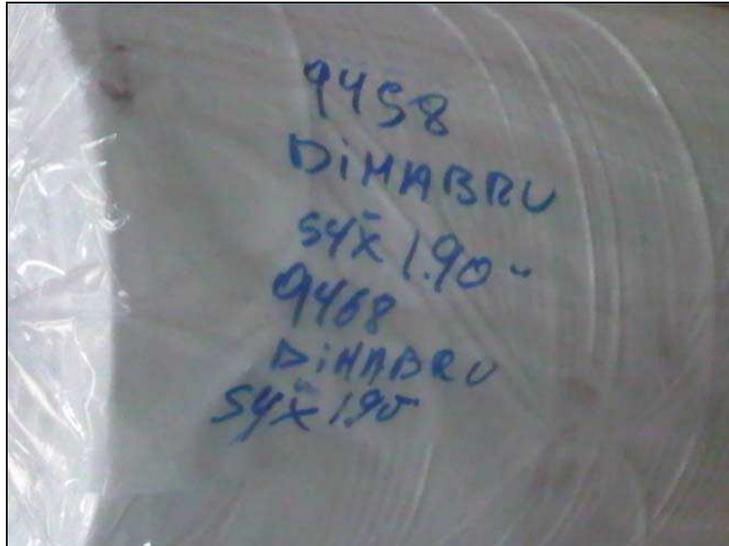


Figura No. 2.7: Identificación de bobinas

2.9 Paros de máquina

Se trabaja con mantenimiento correctivo, no se cuenta con mantenimiento preventivo o cualquier tipo de cronograma de mantenimiento. Se cuenta con un operador, quien tan solo cuenta con un aprendizaje basado en la experiencia.

No se cuenta con registros de control antes, durante o después del arranque de la máquina, tampoco de los paros de máquina, ni cambios de repuestos, ni tan siquiera de un “*checklist*” de verificación o un instructivo para maniobrar la máquina.

No se cuenta con guías o manuales de las máquinas, pues éstas son de segunda o tercera mano. Las máquinas frecuentan daños ocasionados por los mismos operadores con fin de paralizar la producción normal de las mismas.

Las máquinas no cuentan con una caja de herramientas propia por lo que ante cualquier situación, debe buscarse al operador encargado del mantenimiento de máquina y solicitar su verificación y calibración.

2.10 Los Operarios

Los operadores no cuentan con una capacitación adecuada ni suficiente, su capacidad está en función de la destreza que cada uno ha logrado en sus trabajos anteriores y es muy limitada al proceso que a cada uno se le ha asignado. No existe rotación de personal ni trabajo en equipo.

2.11 El Control de la Calidad

Existen en la empresa estudiada tres tipos de procedimientos básicos para la ejecución del Control de la Calidad:

- El primero está basado en colocar el dedo encima de la lámina extruida para verificar si la lámina se rasga.
- El segundo control consta en verificar que los colores de la lámina que ya sale impresa, coincidan con la muestra y que los logos o impresiones estén centrados y encajen; estas identificaciones son visuales.
- El tercer control consiste en verificar las dimensiones del ancho con un flexómetro cuando la bobina está siendo procesada; siendo éstas el refilado o sellado. Cabe destacar que estos controles no tienen periodicidad, y se les realiza ocasionalmente por el supervisor de producción.



Figura No. 2.8: Calibración de máquina refileadora

Se puede observar en la figura anterior la precaria situación de suciedad y desorganización en el espacio que rodea a la máquina-herramienta.



Figura No. 2.9: Verificación de ancho de la lámina

Se alcanza a prestar atención en la figura anterior el estado de basura y desorden que rodea el área de trabajo.



Figura No. 2.10: Sellado



Figura No. 2.11: Impresión

En la Figura se puede apreciar que el operario se encuentra realizando una inspección visual de la impresión que se ejecuta.

2.12 Evaluación del 5 S

Se pudo comprobar además, que en esta organización no existe:

- Organización en el lugar de trabajo
- Rutina de limpieza
- Rotulación de áreas
- Actitud disciplinada

En la fotografía se puede observar las bobinas en desorden, es decir no existe una limpieza adecuada ni una designación de áreas para recolectar las mismas.



Figura No. 2.12: Área de recepción de materia prima para extrusión

En la fotografía se puede apreciar claramente que no existe una limpieza ni un mantenimiento de la maquinaria, el lubricante que se visualiza en la fotografía lo único que refleja es que no existe una rutina de limpieza y disciplina.



Figura No. 2.13: Área de refilado

En esta Figura que se la tomó en el área de impresión se puede apreciar al igual que en las otras anteriores, la falta de limpieza, orden y disciplina.



Se puede visualizar el desperdicio que se genera en el área de refilado, el cual no es almacenado en ningún sitio en particular.

Figura No. 2.14: Área de impresión



Figura No. 2.15: Área de refilado

En esta fotografía tomada en el área de refilado se puede observar el gran desorden que existía en la fábrica.



Figura No. 2.16: Área de extrusión

Perfectamente es apreciable la desorganización permanente, la suciedad reinante y la desatención al trabajo del operador presente en la Figura.



Figura No. 2.17: Área de mezcla y pesaje de materia prima

Deja mucho que desear esta Figura en cuanto a orden, organización y responsabilidad en el trabajo.

2.13 Figura de Procesos



Figura No. 2.18: Fabricación de empaques plásticos

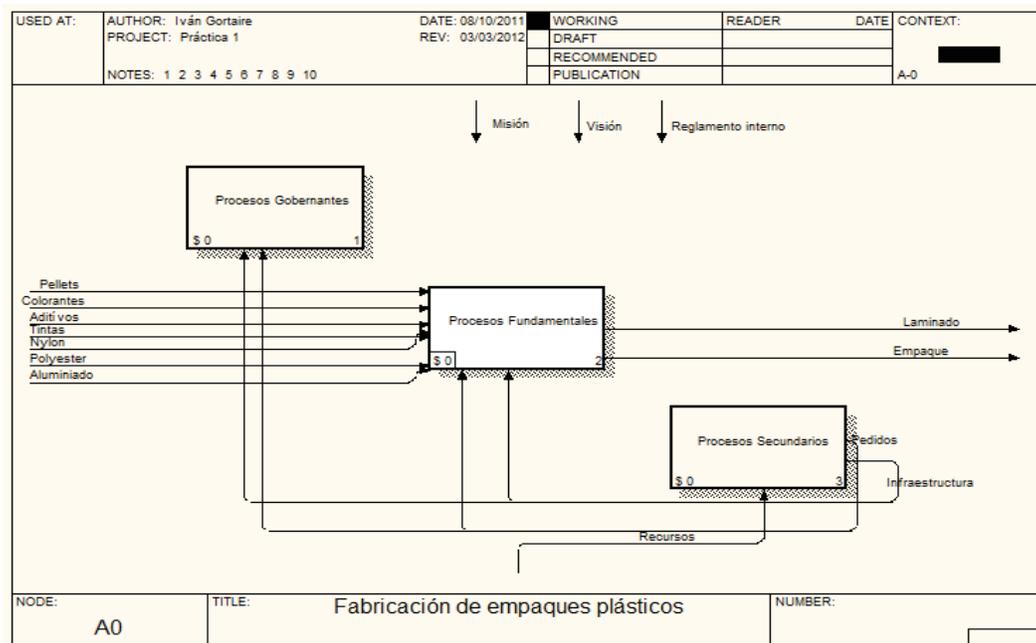


Figura No. 2.19: Fabricación de empaques plásticos (2)

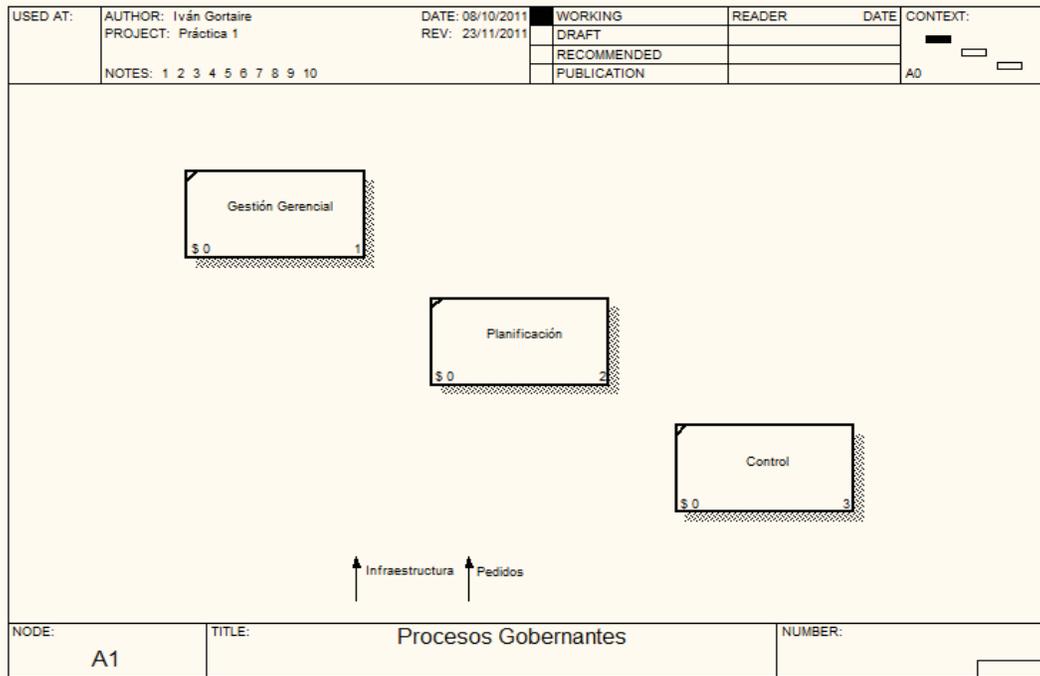


Figura No. 2.20: Procesos Gobernantes

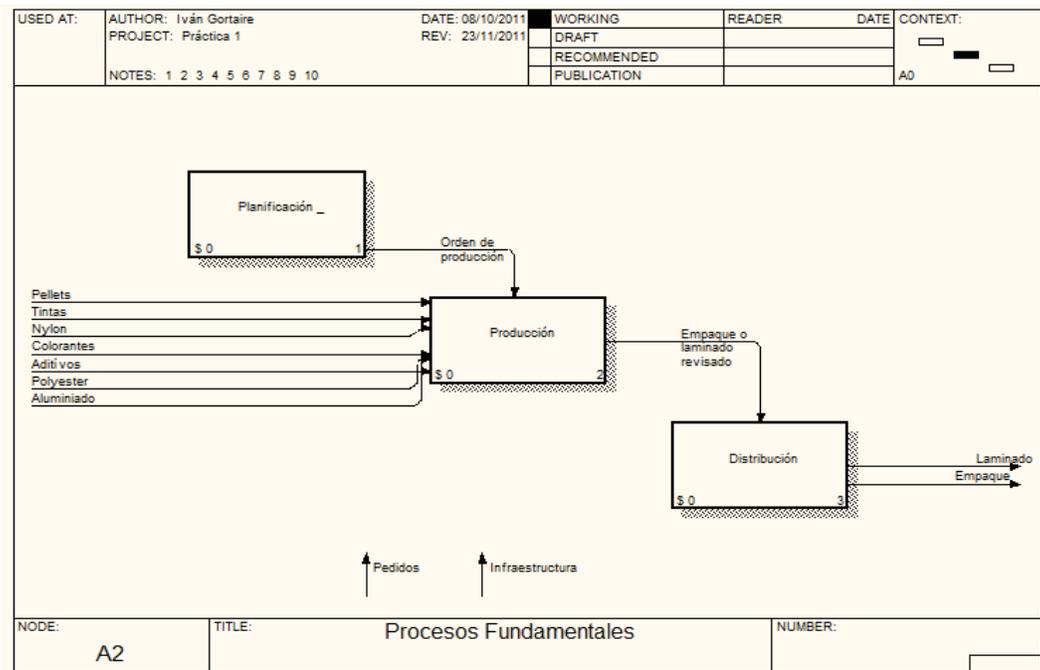


Figura No. 2.21: Procesos fundamentales

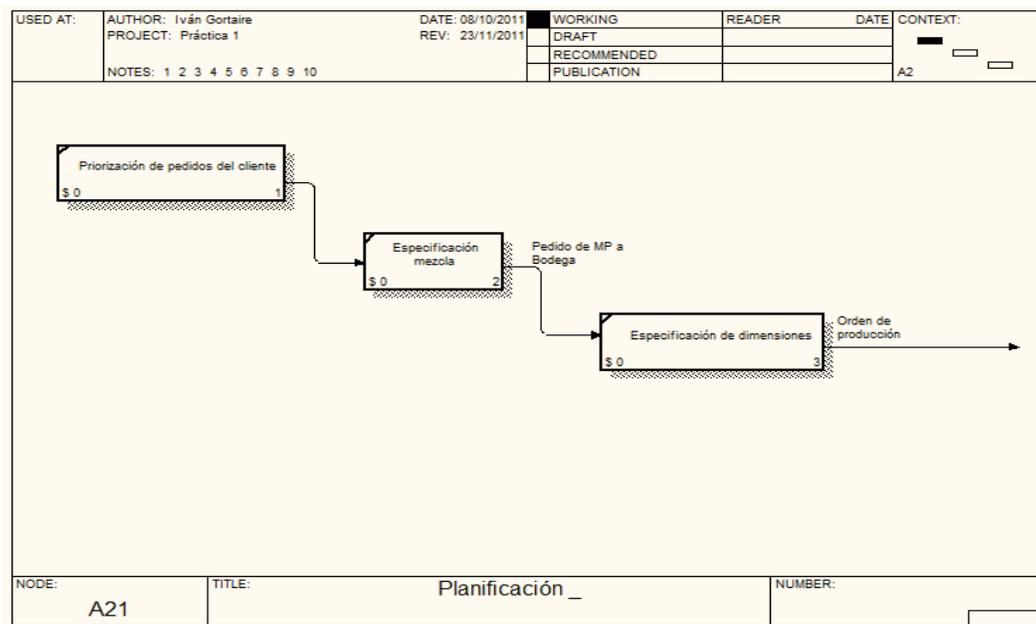


Figura No. 2.22: Planificación

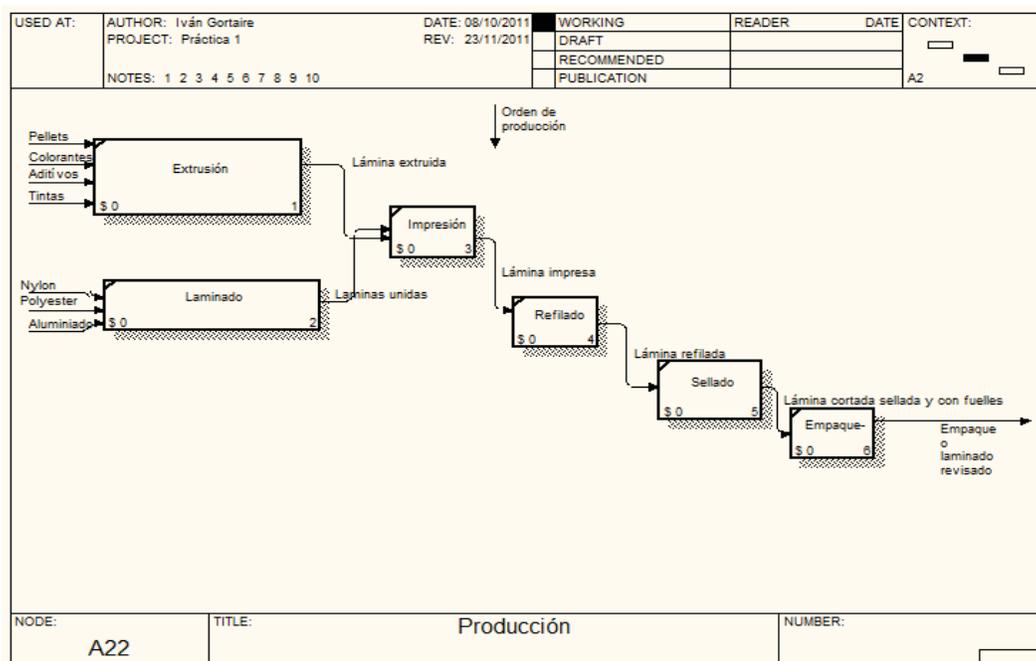


Figura No. 2.23: Producción

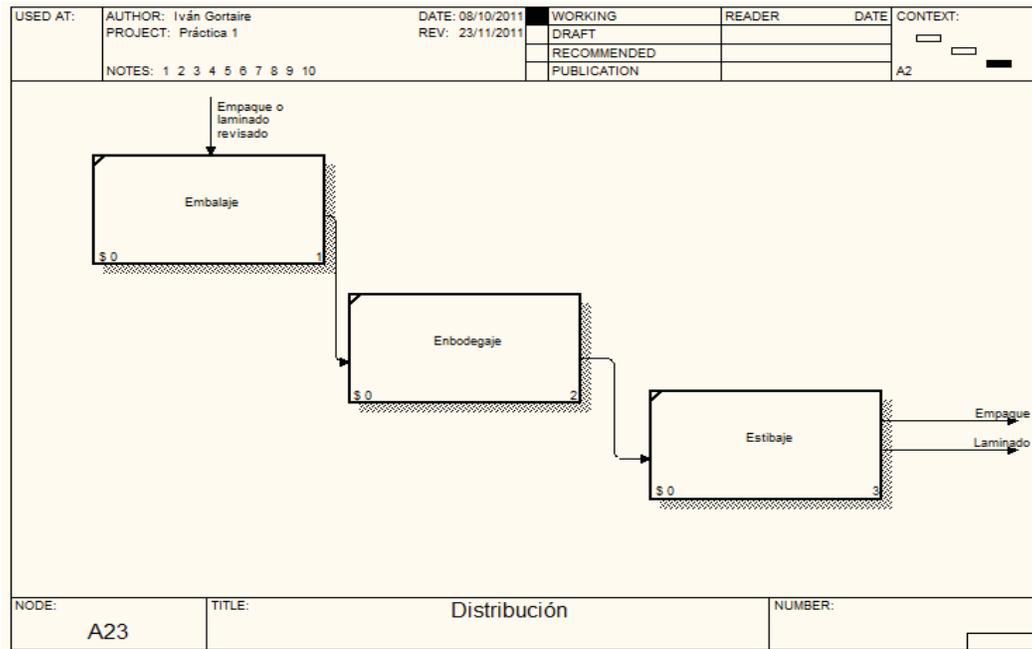


Figura No. 2.24: Distribución

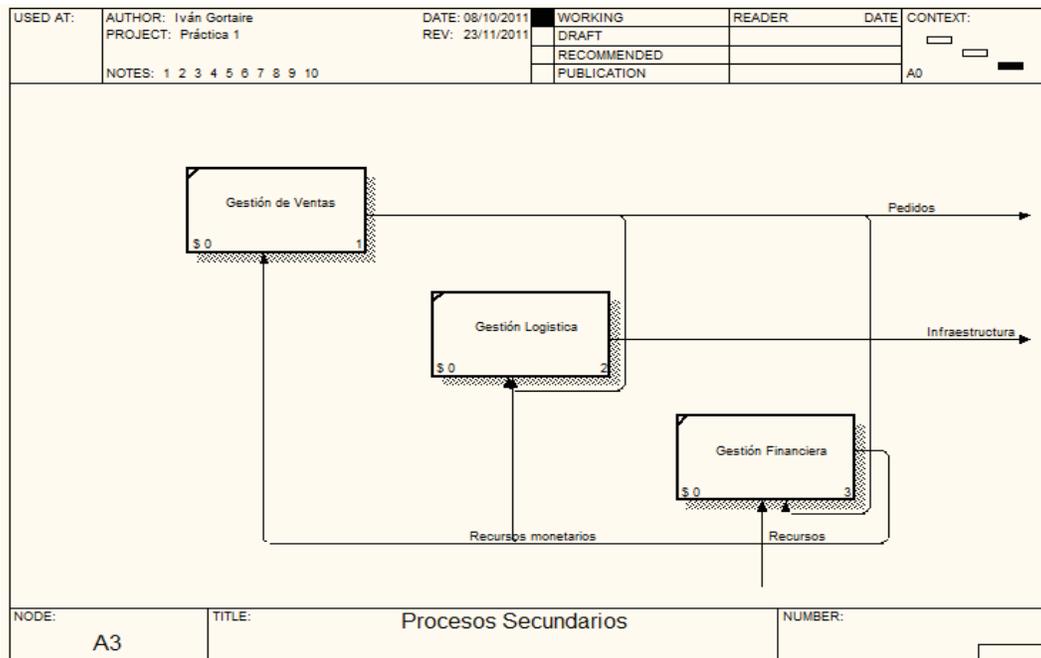


Figura No. 2.25: Procesos secundarios

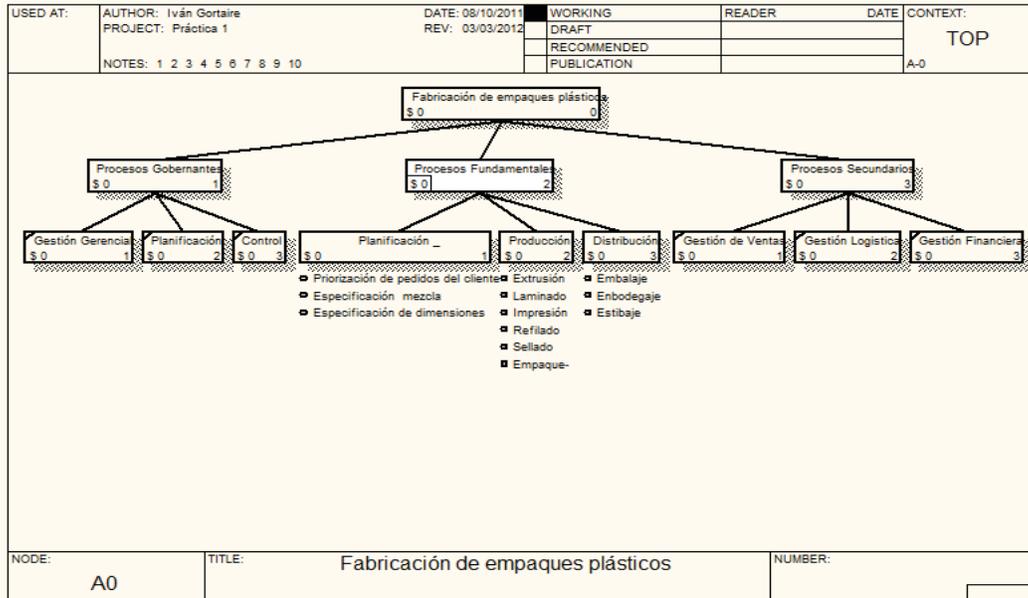


Figura No. 2.26: Fabricación de empaques plásticos (3)

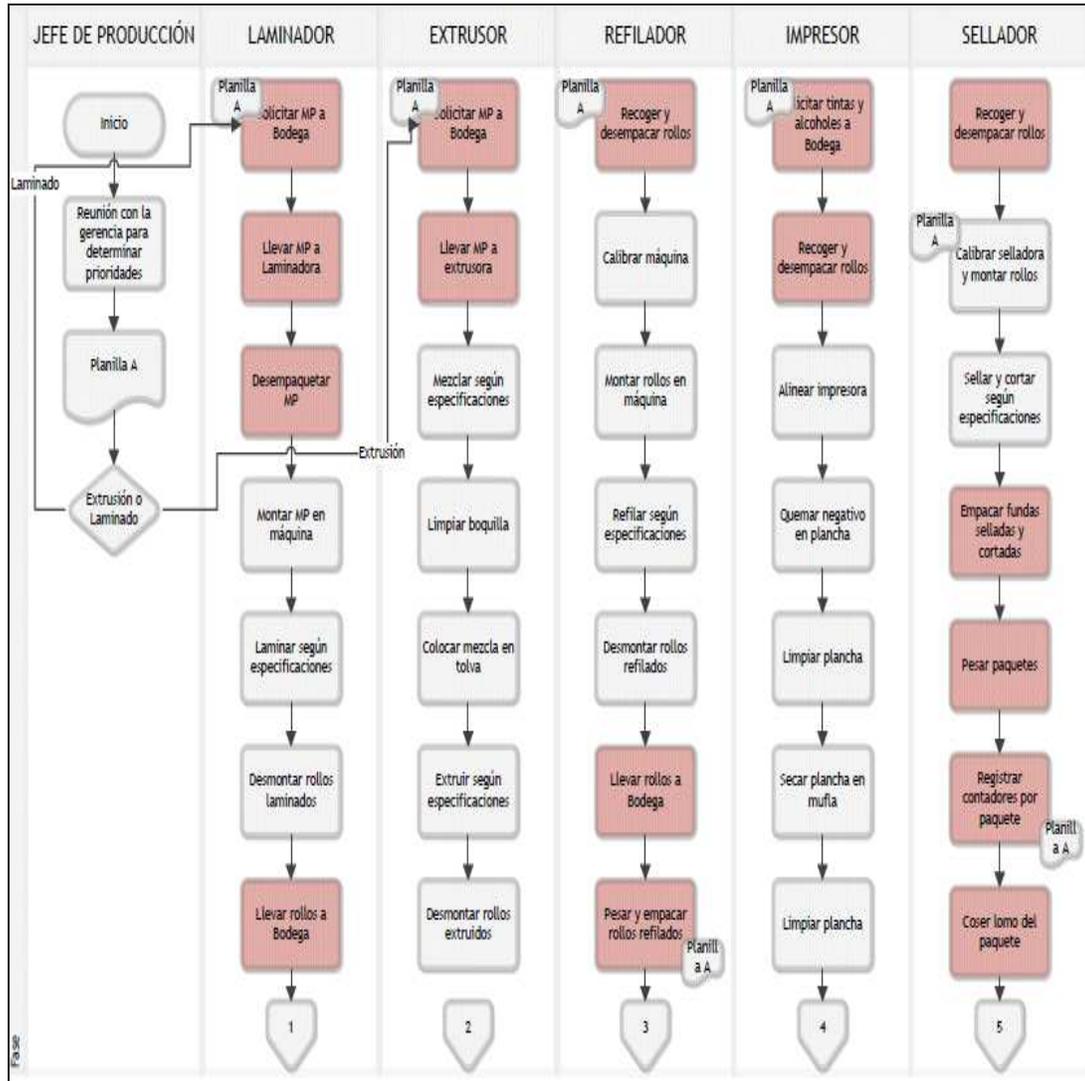
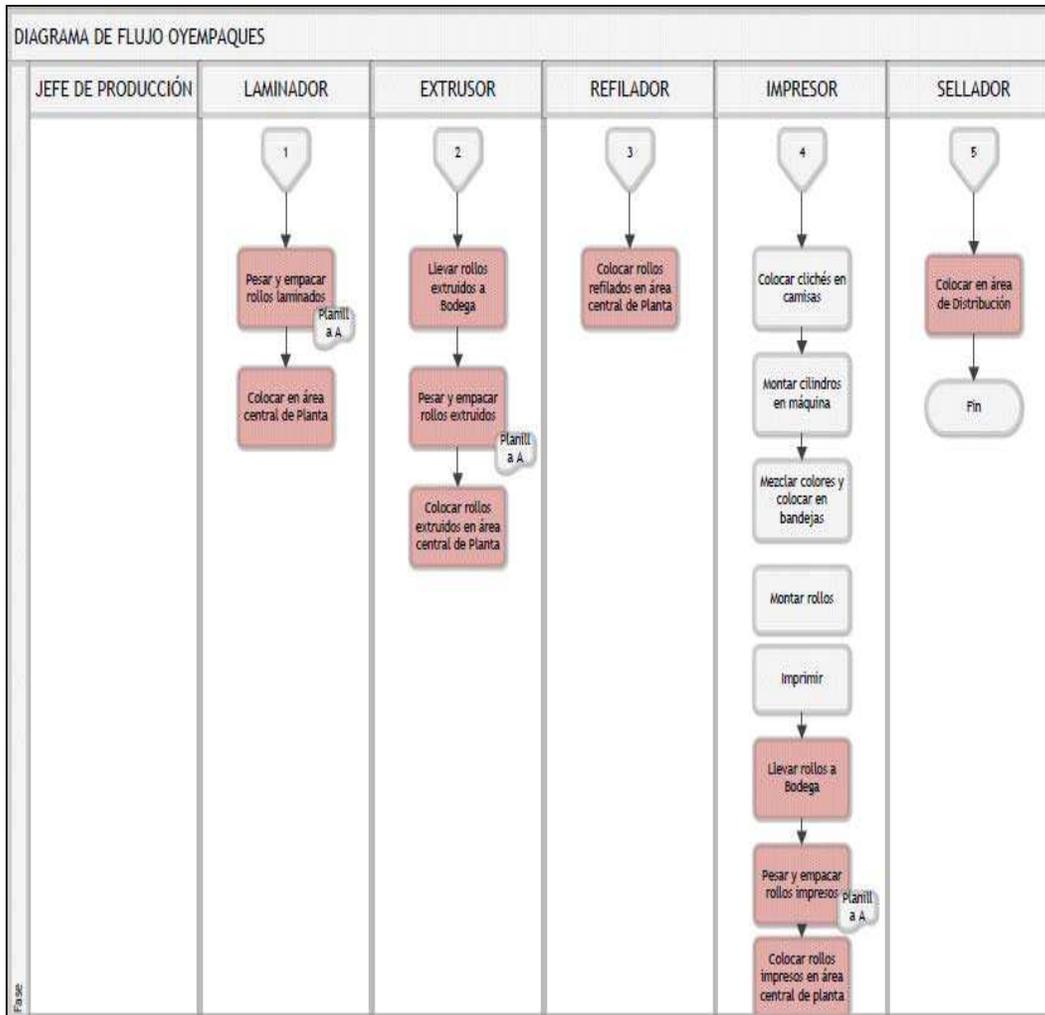


Figura No. 2.27: Figura de flujo actual



Fuente: Autores de la investigación (Iván Gortaire H. y Sebastián Almeida C.).
(Continuación). Figura No. 2.27: Figura de flujo actual

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

3.1 Introducción

De acuerdo a los estudios realizados, los cuales incluyeron la observación, los cálculos, análisis, y proyecciones necesarias, se propone la aplicación de un nuevo sistema de organización y planificación de los ciclos de producción basados en El **Kanban**, con el objetivo fundamental de controlar de modo integral la elaboración de los productos necesarios en la cantidad y tiempo, también obligatorios para cada uno de los procesos que tienen lugar en el interior de la fábrica.

En la página siguiente se muestra el desarrollo del cronograma:

3.2 Cronograma

i	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	01 enero	01 marzo	01 mayo	01 julio	01 septiembre	01 noviembre
						27/12 24/01	21/02 21/03	18/04 16/05	13/06 11/07	08/08 05/09	03/10 31/10
1	Entrega Anteproyecto	1 día?	jue 03/02/11	jue 03/02/11							
2	Analisis exploratorio	40 días	lun 07/02/11	vie 01/04/11							
3	Diagnóstico y definición del problema	20 días	lun 07/02/11	vie 04/03/11							
4	Medición de tiempos	20 días	lun 07/03/11	vie 01/04/11	3						
5	Levantamiento de procesos	16 días	lun 04/04/11	lun 25/04/11	2						
6	Análisis Descriptivo (Diagramas, gráficos, cuadros, indicadores)	5 días	lun 04/04/11	vie 08/04/11							
7	Levantamiento de la información	5 días	lun 11/04/11	vie 15/04/11	6						
8	Capacidad de planta real y óptimo	3 días	lun 18/04/11	mié 20/04/11	7						
9	Mapeo de proceso del producto (actual)	3 días	jue 21/04/11	lun 25/04/11	8						
10	Simulación de procesos	3 días	lun 04/04/11	mié 06/04/11							
11	Diseño del manejo y control de entradas y salidas a bodega	20 días	mar 26/04/11	lun 23/05/11	5						
12	Creación de Inventario	5 días	mar 26/04/11	lun 02/05/11							
13	Pronósticos de adquisición de materia prima	15 días	mar 03/05/11	lun 23/05/11	12						
14	Diseño Sistema Kanban con Runner	6 días?	mar 24/05/11	mar 20/09/11	11						
15	Codificación clientes y productos	30 días	mar 24/05/11	lun 04/07/11							
16	Manual estándar de productos para cada puesto de trabajo	3 días	mar 05/07/11	jue 07/07/11	15						
17	Diseño Tarjetas Kanban (Madre e hijas)	60 días	vie 27/05/11	jue 18/08/11							
18	Diseño de planilla para control de Runner	3 días	vie 19/08/11	mar 23/08/11	17						
19		1 día?	mié 24/08/11	mié 24/08/11	18						
20	Rotulación de inventarios pulmón, áreas kanban y supermercados	5 días	jue 25/08/11	mié 31/08/11	19						
21	Simulación sistema Kanban con runner	14 días	jue 01/09/11	mar 20/09/11	20						
22	Control de calidad	22 días	vie 27/05/11	lun 27/06/11							
23	Determinación de factores cualitativos y cuantitativos en cada proceso	5 días	vie 27/05/11	jue 02/06/11							
24	Análisis, causas y soluciones	3 días	vie 03/06/11	mar 07/06/11	23						
25	Diseño de planillas de control de calidad, frecuencia y causa	3 días	mié 08/06/11	vie 10/06/11	24						
26	Estandarización de herramientas	3 días	lun 13/06/11	mié 15/06/11	25						
27	Capacitación de un correcto control de calidad (OP's)	5 días	jue 16/06/11	mié 22/06/11	26						
28	Mapeo de proceso (futuro)	3 días	jue 23/06/11	lun 27/06/11	27						
29	Capacitación a Jefe de Producción	18 días	mar 28/06/11	jue 21/07/11	22						
30	Recolección de datos	2 días	mar 28/06/11	mié 29/06/11							
31	Control estadístico de procesos	3 días	jue 30/06/11	lun 04/07/11	30						
32	Análisis descriptivo	3 días	mar 05/07/11	jue 07/07/11	31						
33	Estadística básica para diagnóstico y control	3 días	vie 08/07/11	mar 12/07/11	32						
34	Uso de MINTAB	7 días	mié 13/07/11	jue 21/07/11	33						
35	Mantenimiento preventivo de maquinaria	20 días	vie 22/07/11	jue 18/08/11	29						
36	Estandarización y codificación de lubricantes y herramientas para cada puesto	5 días	vie 22/07/11	jue 28/07/11							
37	Checklist	5 días	vie 29/07/11	jue 04/08/11	36						

3.3 Definición del Problema

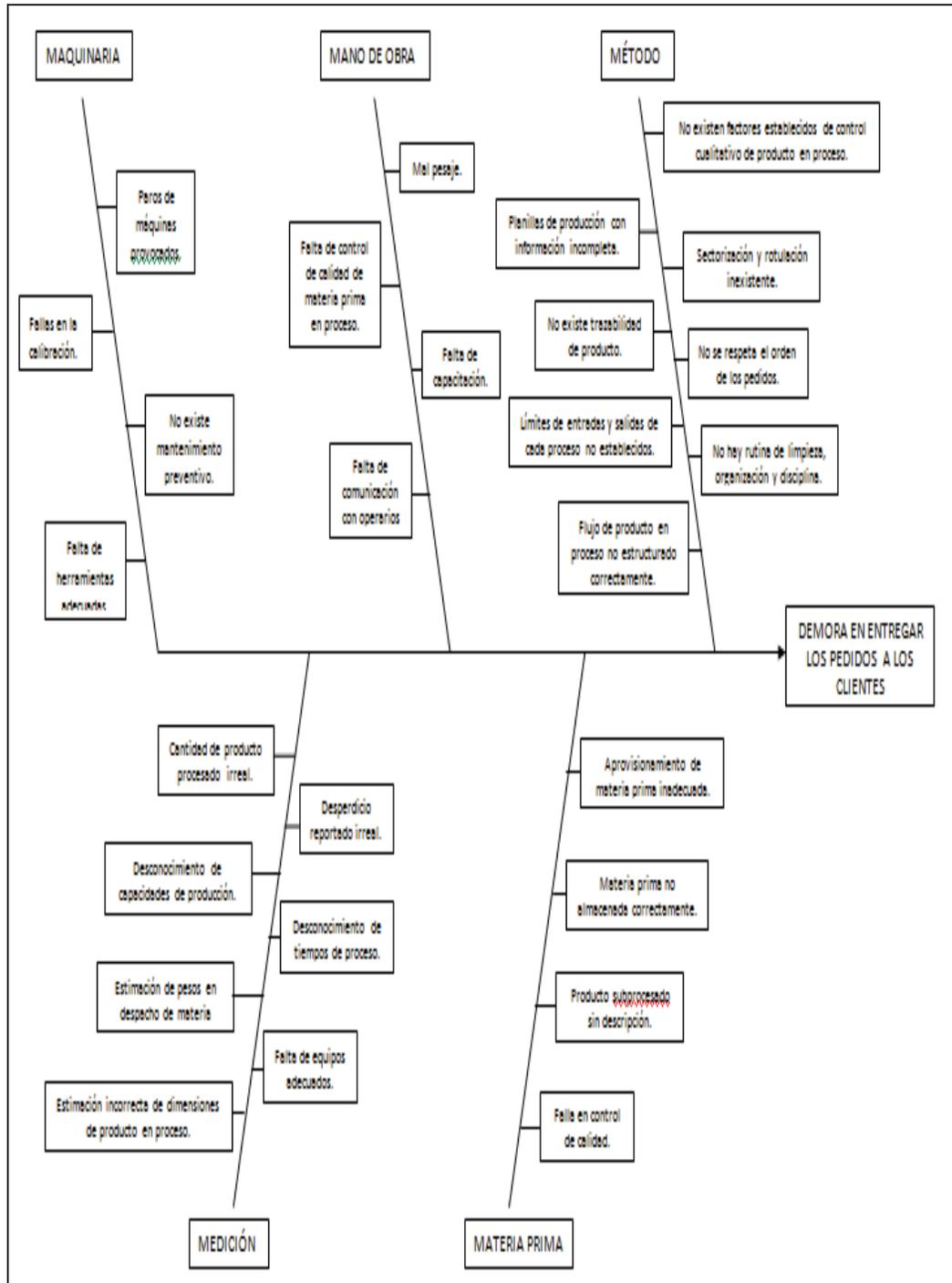


Figura No. 3.1: Causa-Efecto

Tabla No. 3.1 Matriz de priorización

		40%	30%	30%								
		Impacto En El Cliente	Susceptibilidad Al Cambio	Impacto En La Empresa	TOTAL	PRIORIDAD						
<table border="1"> <tr><td style="background-color: red;"></td><td>ALTA</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;"></td><td>MEDIO</td></tr> <tr><td style="background-color: green;"></td><td>BAJA</td></tr> </table>		ALTA		MEDIO		BAJA						
		ALTA										
		MEDIO										
	BAJA											
MAQUINARIA	Paros De Maquinas Provocados	8	7	10	8.3	3.9						
	Fallas En La Calibracion	7	3	8	6.1	2.9						
	No Exite Mantenimiento Preventivo	4	6	8	5.8	2.8						
	Falta De Herramientas Adecuadas	6	9	9	7.8	3.7						
METODO	No Existen Factores Establecidos De Control Cualitativo De Producto En Proceso	10	7	8	8.5	4.0						
	Planillas De Produccion Con Informacion Incompleta	7	9	10	8.5	4.0						
	Sectorizacion Inexistente	4	8	10	7	3.3						
	No Existe Trazabilidad De Producto	4	8	10	7	3.3						
	Rotulacion Inexistente	2	9	10	6.5	3.1						
	No Se Respeta El Orden De Los Pedidos	10	9	8	9.1	4.3						
	Limites De Entradas Y Salidas De Cada Proceso No Establecidos	4	8	9	6.7	3.2						
	No Hay Rutinas De Limpieza, Organización Y Disciplina	3	10	10	7.2	3.4						
	Flujo De Producto En Proceso No Estructurado Correctamente	4	10	8	7	3.3						
	MEDICION	Falta De Equipos Adecuados	6	3	7	5.4	2.6					
Estimacion Incorrecta De Dimensiones De Producto En Proceso		10	8	8	8.8	4.2						
Estimacion De Pesos En Despacho De Materia Prima		8	8	8	8	3.8						
Desconocimiento De Tiempos De Proceso		6	7	10	7.5	3.6						
Desconocimiento De Capacidades De Produccion		5	7	8	6.5	3.1						
Desperdicio Reportado Irreal		5	8	10	7.4	3.5						
Cantidad De Producto Procesado Irreal		5	6	10	6.8	3.2						
MATERIA PRIMA	Falla En Control De Calidad	10	10	5	8.5	4.0						
	Producto Subprocesado Sin Descripcion	10	5	10	8.5	4.0						
	Materia Prima No Almacenada Correctamente	5	8	9	7.1	3.4						
	Aprovisionamiento De Materia Prima Inadecuada	8	2	7	5.9	2.8						
MANO DE OBRA	Mal Pesaje	8	9	10	8.9	4.2						
	Falta De Control De Calidad De Materia Prima En Proceso	10	8	10	9.4	4.5						
	Falta De Capacitacion	10	7	10	9.1	4.33						
	Falta De Comunicación Con Operarios	4	8	10	7	3.33						
				210	100.0							

3.4 Medición de tiempos

Se toman cinco muestras aleatorias e independientes por cada proceso. Siendo estas muestras caracterizadas por peso y velocidad similares:

Tabla No. 3.2: Medición de tiempos

		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio
EXTRUSIÓN							
	Velocidad:	27 rpm	25 rpm	25 rpm	26 rpm	26 rpm	25.8 rpm
	Peso por rollo:	110.6 kgs.	108.4 kgs.	106.2 kgs.	109.4 kgs.	109.8 kgs.	108.9 kgs.
LAMINADO							
	Velocidad:	55 rpm	55 rpm	60 rpm	55 rpm	55 rpm	56 rpm
	Peso por rollo:	50 kgs.	50 kgs.	55 kgs.	50 kgs.	50 kgs.	51 kgs.
REFILADO							
	Velocidad:	74 rpm	72 rpm	80 rpm	75 rpm	72 rpm	74.6 rpm
	Peso por rollo:	7.5 kgs.	7 kgs.	7.8 kgs.	7.5 kgs.	7 kgs.	7.36 kgs.
IMPRESIÓN							
	Velocidad:	77 rpm	77 rpm	75 rpm	76 rpm	76 rpm	76.2 rpm
	Peso por rollo:	49.7 kgs.	49.5 kgs.	47.4 kgs.	48.5 kgs.	48.2 kgs.	48.66 kgs.
SELLADO							
	Velocidad:	100 gpm	96 gpm	98 gpm	101 gpm	95 gpm	98 gpm
	Peso por rollo:	7.5 kgs.	7.3 kgs.	7.3 kgs.	7.5 kgs.	7.3 kgs.	7.38 kgs.

Tabla No. 3.4: Laminado

	PROMEDIO						TIEMPO UNITARIO
EMPIEZA A MONTAR EL ROLLO PARA LAMINAR	0.8	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	0.88
TERMINA DE MONTAR EL ROLLO PARA LAMINAR (AJUSTES)	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.5	0.67
EMPIEZA A MONTAR EL ROLLO NYLON PARA LAMINAR	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	0.08
TERMINA DE MONTAR EL ROLLO NYLON PARA LAMINAR (AJUSTES)	2.4	2.5	2.4	2.3	2.3	2.4	0.72
EMPIEZA A CORTAR EL CONO	2.5	2.6	2.6	2.4	2.5	2.5	0.16
TERMINA DE CORTAR EL CONO	2.9	3.0	3.0	2.5	2.9	2.9	0.35
EMPIEZA A MONTAR EL CONO EN EL EJE	3.7	3.8	3.7	3.6	3.7	3.7	0.83
TERMINA DE MONTAR EL CONO EN EL EJE	4.1	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	0.35
EMPIEZA EL PROCESO DE LAMINADO	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0.14
TERMINA EL PROCESO DE LAMINADO	190.1	192.6	175.8	188.0	189.2	187.1	182.96
DESMONTE DE ROLLO	190.2	192.7	176.1	188.1	189.3	187.3	0.12
Subtotal 187.25							
SOLICITAR MATERIA PRIMA A BODEGA							7.4
LLEVAR MATERIA PRIMA A LAMINADORA							4.6
DESAMPACAR MATERIA PRIMA							7.9
LLEVAR ROLLOS A BODEGA							4.7
PESAR Y EMPACAR ROLLOS LAMINADOS							9.7
LLEVAR ROLLOS A ÁREA CENTRAL DE PLANTA							6.4
Subtotal 40.70							

Tabla No. 3.5: Refilado

	PROMEDIO TIEMPO UNITARIO						
EMPIEZA A CALIBRAR LA MAQUINA PARA REFILAR (CUCHILLAS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
TERMINA DE CALIBRAR LA MAQUINA PARA REFILAR (CUCHILLAS)	6.0	4.4	6.1	6.2	5.2	5.6	5.57
EMPIEZA A DESEMPACAR ROLLO PARA REFILAR	6.4	5.0	6.5	6.6	5.6	6.0	0.44
TERMINA DE DESEMPACAR EL ROLLO PARA REFILAR	6.7	5.2	6.8	6.8	6.0	6.3	0.29
EMPIEZA A MONTAR EL ROLLO PARA REFILAR	7.1	5.7	7.2	7.3	6.3	6.7	0.40
TERMINA DE MONTAR EL ROLLO PARA REFILAR (AJUSTES)	7.9	6.4	8.0	8.0	6.9	7.4	0.73
EMPIEZA A CORTAR EL CONO 1	8.0	6.6	8.1	8.2	7.1	7.6	0.14
TERMINA DE CORTAR EL CONO 1	8.4	7.0	8.5	8.5	7.4	8.0	0.38
EMPIEZA A CORTAR EL CONO 2	8.5	7.1	8.5	8.6	7.4	8.0	0.04
TERMINA DE CORTAR EL CONO 2	9.1	7.5	9.0	9.0	7.9	8.5	0.48
EMPIEZA A MONTAR EL CONO 1 EN EL EJE 1	9.1	7.6	9.2	9.2	8.0	8.6	0.14
TERMINA DE MONTAR EL CONO 1 EN EL EJE 1	9.5	8.0	9.7	9.6	8.4	9.1	0.42
EMPIEZA A MONTAR EL CONO 2 EN EL EJE 2	9.6	8.1	9.7	9.7	9.5	9.3	0.29
TERMINA DE MONTAR EL CONO 2 EN EL EJE 2	10.1	8.6	10.1	10.1	9.9	9.7	0.41
EMPIEZA EL PROCESO DE REFILAR	11.6	10.0	11.7	11.7	10.9	11.2	1.42
TERMINA EL PROCESO DE REFILAR	100.4	88.8	101.0	100.9	94.2	97.1	85.89
DESMONTE DE ROLLO 1 Y EMPAQUE	100.8	89.0	101.3	101.3	94.5	97.4	0.32
DESMONTE DE ROLLO 2 Y EMPAQUE	101.0	89.3	101.3	101.4	94.9	97.6	0.19
Subtotal 97.56							
RECOGER Y DESEMPACAR ROLLOS							8.3
LLEVAR ROLLOS A BODEGA							4.7
PESAR Y EMPACAR ROLLOS REFILADOS							6.4
LLEVAR ROLLOS A ÁREA CENTRAL DE PLANTA							2.7
Subtotal 22.10							
TOTAL 119.66							

Tabla No. 3.6: Impresión

	PROMEDIO TIEMPO UNITARIO						
COLOCACION DE PLANCHA Y NEGATIVO EN LA MAQUINA ENSOLADORA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
FINALIZACION DE QUEMAR EL NEGATIVO EN LA PLANCHA	7.5	6.4	6.2	6.4	6.5	6.6	6.59
INICIO DE LAVAR LA PLANCHA CON UNA MEZCLA DE 2 SOLVENTES	6.8	6.7	6.6	6.7	6.7	6.7	0.10
FIN DE LAVAR LA PLANCHA CON UNA MEZCLA DE 2 SOLVENTES	16.4	16.4	16.3	16.4	16.3	16.4	9.66
INICIO COLOCACION DE LA PLANCHA EN HORNO MUFLA PARA SECAR	17.6	17.5	17.4	17.6	17.7	17.6	1.20
FIN COLOCACION DE LA PLANCHA EN HORNO MUFLA PARA SECAR	55.2	55.2	55.0	55.2	55.3	55.2	37.62
INICIO DE LIMPIEZA DE LA PLANCHA CON CRILATO DE ETILO	55.5	55.4	55.3	55.5	55.7	55.5	0.31
FIN DE LIMPIEZA DE LA PLANCHA CON CRILATO DE ETILO	61.5	61.5	61.4	61.7	61.7	61.5	6.06
INICIO COLOCACION DE CLISES EN CILINDROS O CAMISAS	62.2	62.1	61.9	62.4	62.5	62.2	0.68
FIN COLOCACION DE CLISES EN CILINDROS O CAMISAS	89.0	89.0	88.9	89.5	89.7	89.2	27.00
INICIO MONTAR CILINDROS EN MAQUINA IMPRESORA (FLEXO IMPRESIÓN)	89.7	89.7	89.6	90.3	90.4	89.9	0.74
FIN MONTAR CILINDROS EN MAQUINA IMPRESORA (FLEXO IMPRESIÓN)	93.9	93.8	93.7	94.4	94.3	94.0	4.06
INICIO PONER COLORES EN BANDEJAS (5 COLORES/5 BANDEJAS)	94.6	94.5	94.4	95.0	95.1	94.7	0.69
FIN PONER COLORES EN BANDEJAS (5 COLORES/5 BANDEJAS)	107.1	107.1	107.0	107.3	107.4	107.2	12.48
EMPIEZA A DESEMPACAR ROLLO PARA IMPRIMIR	107.6	107.6	107.5	107.8	107.9	107.7	0.48
TERMINA DE DESEMPACAR EL ROLLO PARA IMPRIMIR	109.9	109.8	109.7	110.4	110.6	110.1	2.44
EMPIEZA A MONTAR EL ROLLO PARA IMPRIMIR	112.1	112.0	111.9	112.8	113.0	112.4	2.25
TERMINA DE MONTAR EL ROLLO PARA IMPRIMIR (AJUSTES)	112.9	112.8	112.7	113.5	113.7	113.1	0.76
EMPIEZA EL PROCESO DE IMPRESIÓN	113.5	113.4	113.3	114.2	114.2	113.7	0.60
TERMINA EL PROCESO DE IMPRESIÓN	268.3	267.6	267.5	255.7	285.6	268.9	155.23
DESMONTE DE ROLLO	270.8	269.1	269.1	256.6	286.8	270.5	1.52
Subtotal 270.46							
SOLICITAR TINTAS Y ALCOHOLES A BODEGA							14.3
RECOGER Y DESEMPACAR ROLLOS							9.3
LLEVAR ROLLOS A BODEGA							7.9
PESAR Y EMPACAR ROLLOS IMPRESOS							11.3
LLEVAR ROLLOS A ÁREA CENTRAL DE PLANTA							7.4
Subtotal 50.20							
TOTAL 320.66							

Tabla No. 3.7: Sellado

						PROMEDIO	TIEMPO UNITARIO
EMPIEZA A CALIBRAR LA MAQUINA SELLADORA A 250 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
TERMINA DE CALIBRAR LA MAQUINA SELLADORA A 250 °C	5.8	5.4	5.9	5.7	6.4	5.8	5.84
EMPIEZA A DESEMPACAR ROLLO PARA SELLAR Y CORTAR	5.9	5.6	6.1	5.8	6.6	6.0	0.17
TERMINA DE DESEMPACAR EL ROLLO PARA SELLAR Y CORTAR	6.3	6.8	6.2	6.0	6.8	6.4	0.40
EMPIEZA A MONTAR EL ROLLO PARA SELLAR Y CORTAR	6.6	7.1	7.5	6.4	7.2	7.0	0.56
TERMINA DE MONTAR EL ROLLO PARA SELLAR Y CORTAR (AJUSTES)	7.3	7.7	8.1	6.8	7.7	7.5	0.55
EMPIEZA EL PROCESO DE SELLAR, CORTAR Y EMPACAR	7.7	8.1	8.5	7.2	7.9	7.9	0.36
TERMINA EL PROCESO DE SELLAR, CORTAR Y EMPACAR	97.7	98.1	83.5	97.2	102.4	95.8	87.89
Subtotal 95.77							
RECOGER Y DESEMPACAR ROLLOS							7.4
EMPACAR BULTOS							14.7
REGISTRAR CONTADORES POR BULTO							3.2
COSER LOMO POR BULTO							8.3
LLEVAR A ÁREA DE DISTRIBUCIÓN							6.3
Subtotal 39.90							
TOTAL 135.67							

CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

4.1 Análisis de valor agregado

Se calcula en función a la toma de tiempos por actividad/proceso la capacidad máxima de producción; en kilos; por turno y por año según actividades que agregan valor al proceso (deben ser hechas por el operador) y actividades que no agregan valor al proceso (deben ser hechas por el runner).

Se toman en cuenta el total de máquinas disponibles para cada proceso y se ha calculado que el desperdicio está alrededor del 3%. Un turno de trabajo dispone de 11 horas reales de producción (660 minutos), una semana de cinco días, un mes de cuatro semanas y un año de doce meses.

- Para obtener minutos por kilogramo: $\text{Tiempo total} / \text{Kgs. Promedio producidos en dicho tiempo.}$
- Para obtener kilogramos por turno: $660 \text{ minutos} / (\text{Mins/Kg. Calculados})$
- Para obtener kilogramos por turno total: $\text{Kilogramos/turno} \times \text{Máquinas disponibles.}$
- Para obtener kilogramos por año: $\text{Kg/turno total} \times 2 \text{ turnos} \times 5 \text{ días} \times 4 \text{ semanas} \times 12 \text{ meses.}$
- Para obtener porcentaje de optimización de producción: $(\text{Kilos producidos sólo con actividades que agregan valor al proceso} \times 100 / \text{Kilos producidos incluyendo actividades que no agregan valor al proceso}) - 100$

Tabla No. 4.1: Valor agregado

EXTRUSIÓN		Peso promedio	108.88		
	Min/Kg	Kg/Turno	Kg/Turno total	Kg/Año	
<i>Agrega valor a Proceso</i>	1.9	356	1381	663024	
<i>No agrega valor a proceso</i>	0.2	-41	-158	-75914	
Total	2.1	315	1223	587109	
Porcentaje de optimización en producción				12.93 %	
LAMINADO		Peso promedio	51		
	Min/Kg	Kg/Turno	Kg/Turno total	Kg/Año	
<i>Agrega valor a Proceso</i>	3.7	180	174	83695	
<i>No agrega valor a proceso</i>	0.8	-32	-31	-14943	
Total	4.5	148	143	68751	
Porcentaje de optimización en producción				21.74 %	
REFILADO		Peso promedio	14.72		
	Min/Kg	Kg/Turno	Kg/Turno total	Kg/Año	
<i>Agrega valor a Proceso</i>	6.6	100	193	92727	
<i>No agrega valor a proceso</i>	1.5	-18	-36	-17125	
Total	8.1	81	158	75602	
Porcentaje de optimización en producción				22.65 %	
IMPRESIÓN		Peso promedio	48.66		
	Min/Kg	Kg/Turno	Kg/Turno total	Kg/Año	
<i>Agrega valor a Proceso</i>	5.6	119	115	55287	
<i>No agrega valor a proceso</i>	1.0	-19	-18	-8655	
Total	6.6	100	97	46632	
Porcentaje de optimización en producción				18.56 %	
SELLADO		Peso promedio	7.38		
	Min/Kg	Kg/Turno	Kg/Turno total	Kg/Año	
<i>Agrega valor a Proceso</i>	13.0	51	247	118405	
<i>No agrega valor a proceso</i>	5.4	-15	-73	-34823	
Total	18.4	36	174	83581	
Porcentaje de optimización en producción				41.66 %	
Porcentaje promedio ponderado total de optimización				23.51 %	

4.2 Funcionamiento del sistema que se propone

Para que el sistema propuesto consiga obtener los resultados previstos, se hace preciso que se cumplan los pasos de manera consecutiva los que se relacionan a continuación:

El Jefe de producción elaborará la Kanban Madre con su respectiva aprobación. De acuerdo al número de emisiones previstas y los procesos de la cadena de valor, se imprimirá el número de tarjetas hijas requeridas:

- Kanban de Producción
- Kanban de Retirada

- La cantidad de tarjetas Kanban se irá disminuyendo, conforme la identificación de los fallos o las posibles mejoras, o con la implementación del software (palms con infrarrojo para código de barras)
- Sobre las nuevas emisiones, el jefe de producción ordenará una nueva muestra cuando hayan retornado a él las anteriores Kanban hijas de la respectiva emisión anterior.
- La tarjeta madre Kanban debe estar a la vista de todos los operarios para saber en qué escala de valor se encuentra y poder regular el tráfico o en el peor de los casos tomar acciones correctivas en el caso de sobre desperdicio o replanteamiento del tráfico.
- La tarjeta madre solo se podrá almacenar, cuando todas y cada una de sus tarjetas hijas hayan regresado del ciclo.

4.3 Complementos de aplicación para el Runner

Será el encargado de manejar la Kanban de Producción y la Kanban de Retirada solo en cada emisión, mas no el total del pedido ni mucho menos la Kanban Madre. Dicho trabajo se ejecutará en coordinación total con la bodega y el jefe de producción.

Dada la orden al Runner de acuerdo a la programación concebida y un Feedback del mismo Runner, informando posibles Kanban de Retirada, se procederá a entregar al operador las dos Kanban (de Producción y Retirada).

Al encontrarse el operador agregando valor al producto, se visualizará el Kanban de Producción, y cuando el material se halle listo para despacharse al siguiente proceso, deberá visualizarse inmediatamente el Kanban de Retirada, que será la decisión para que entonces el Runner, transporte el material al siguiente proceso.

Las Kanban de Retirada, serán recogidas y almacenadas, mientras que las Kanban de Producción deberán adjuntarse al ítem y solo podrán ser reemplazadas cuando un Kanban de Producción nuevo esté disponible. No obstante, no se podrá comenzar un nuevo ciclo hasta que no sea cumplido de manera total el paso anterior, entonces se procederá a almacenar las Kanban de Producción ya utilizadas.

4.4 Las Reglas que son de obligatorio cumplimiento

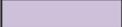
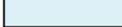
- No puede realizarse una producción sin que se aplique el sistema Kanban.
- No puede retirarse, moverse o transportarse ningún producto sin que sea aplicado el sistema Kanban.
- No se puede enviar material defectuoso ni que cumpla los señalamientos y características de los pedidos del cliente al siguiente proceso. Para ello, se elaborará un formulario de control de calidad personalizado para cada maquina y para cada operador.
- Para que un producto pueda pasar al proceso siguiente, el operador tiene que aprobarlo primero y luego ser aprobado por el control de la calidad. Si el mismo no es aceptado, se informará de ello al jefe de producción, detallando los defectos del ítem y no siendo detenido su procesamiento.

- Para cumplir con el punto anterior, se tendrá en cuenta que cada Kanban de Retirada deberá registrarse con las iniciales del operador responsable).
- Solo será procesado y producido el material solicitado, tiene que tenerse en cuenta que cada orden de producción estará determinada por una orden del cliente.
- Se elaborará un sistema POKAYOKE para despachar al siguiente proceso la cantidad aproximada más exacta posible de acuerdo al promedio base de las cifras que arroje el control estadístico (hay que ejecutarlo para poder efectuarlo en el sistema de balanzas).
- De acuerdo a los datos obtenidos en los controles estadísticos anteriores (debe calcularse un estimado de desperdicio por cada máquina y un estimado de eficiencia de cada obrero), se realizarán los pedidos aproximados a la Bodega los cuales incluirán las cifras supuestas de desperdicios. Este punto acortará considerablemente la cantidad del producto producido y la cifra solicitada por el cliente.
- Los mantenimientos a efectuar en cada máquina, serán personalizados y de acuerdo a las observaciones que señala el respectivo manual de mantenimiento, siendo garante del mismo el operador responsable de la máquina.
- Se prohíbe realizar cualquier tipo de trabajo aplicando especulaciones o cálculos empíricos, siendo de obligatorio cumplimiento el uso de la documentación del sistema Kanban.
- Se aplicará un sistema de Kanban de Penalidad cuando no sean llenados los datos correspondientes a los KANBAN de producción, de transporte, y de retirada. De idéntica forma será utilizado dicho sistema cuando no se encuentre cada objeto en el lugar que le corresponda, no exista orden en la organización de las herramientas, no se encuentre limpio y organizado cada puesto de trabajo.
- Cualquier material, solo puede ser desplazado de su lugar mediante una orden que posea adjunto su Kanban o Kanban adjunto.

- El Runner ofrecerá la posibilidad de que se entienda la importancia de cumplir con los tiempos que rigen cada entre proceso, o sea, los que no agregan valor al ítem.
- Es imperativo capacitar a todo el personal (operarios, directivos y jefes de producción comprometidos) sobre el sistema de halado Kanban.
- Cuando se detecte cualquier tipo de problema o dificultad, la línea de producción del ítem será detenida lo más rápido posible para tomar las decisiones y acciones correctivas. Nunca puede permitirse continuar con el ciclo productivo mientras no sea corregida la falla señalada.

4.5 Diseño de tarjetas Kanban

4.5.1 Kanban Madre

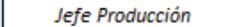
	Posible software o Jefe de producción		Ticket balanza electrónica
	Gerente o Ventas		Runner
	Jefe de producción		Operador

KANBAN MADRE

Periodicidad:
(Una por cada orden recibida por Ventas)

#:  Ubicación:  (Almacén/Estante)

Nombre: (Del ítem)	Priorización: (si no sigue ruta FIFO)
Cliete:	Indice ocurrencia: (1 altamente improbable)
Código: (Código alfanumérico)	Indice urgencia: (5 prácticamente urgente)
Cantidad: (En Kilos, incluye 3% desp.)	Indice seriedad: (5 Extremadamente grave)
Cadena de valor:	Severidad: (1 oc. X 1. Urg x 1. seriedad)
Extrusión ()	(número más alto entra primero y sale primero)
Precorte ()	
Refilado ()	
Impresión ()	
Sellado ()	
Sellado V ()	
Aglutinado ()	
Laminado ()	
Otro ()	

Fecha ingreso orden: (a Jefe producción)	Cantidad/emisión: Ej: 100/500
Plazo: (DD/mm/aa)	Autorización:
# de parciales: Ej: 1 of 5	
	<i>Jefe Producción</i>
	
	<i>Gerente</i>

4.5.2 Kanban de Producción

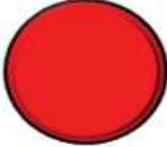
KANBAN PRODUCCION. Ejemplo (Extrusión)
 Periodicidad:
(Una por cada proceso/una por cada emisión o parcial)

Nombre:		
Emisión #: (Ej: 1 de 5)	Tarjeta Madre #:	
Proceso Anterior:	Ubicación:	
Proceso Siguiente:		

Cantidad entregada:	
Kgs	Bultos

Detalle:	Abertura:	Fuelle:
Tratado ()	1 lado ()	1 lado ()
Tubular ()	2 Lados ()	2 Lados ()
Lámina ()	Partido 1/2 ()	
L:	A:	C:

Standard de producción:	
Hora entrega a operador:	
	fecha



4.5.3 Kanban de retirada

KANBAN RETIRADA
 Periodicidad:
(Una por cada proceso/una por cada emisión o parcial)

Nombre:		
Emisión #: (Ej: 1 de 5)	Tarjeta Madre #:	
	Ubicación:	

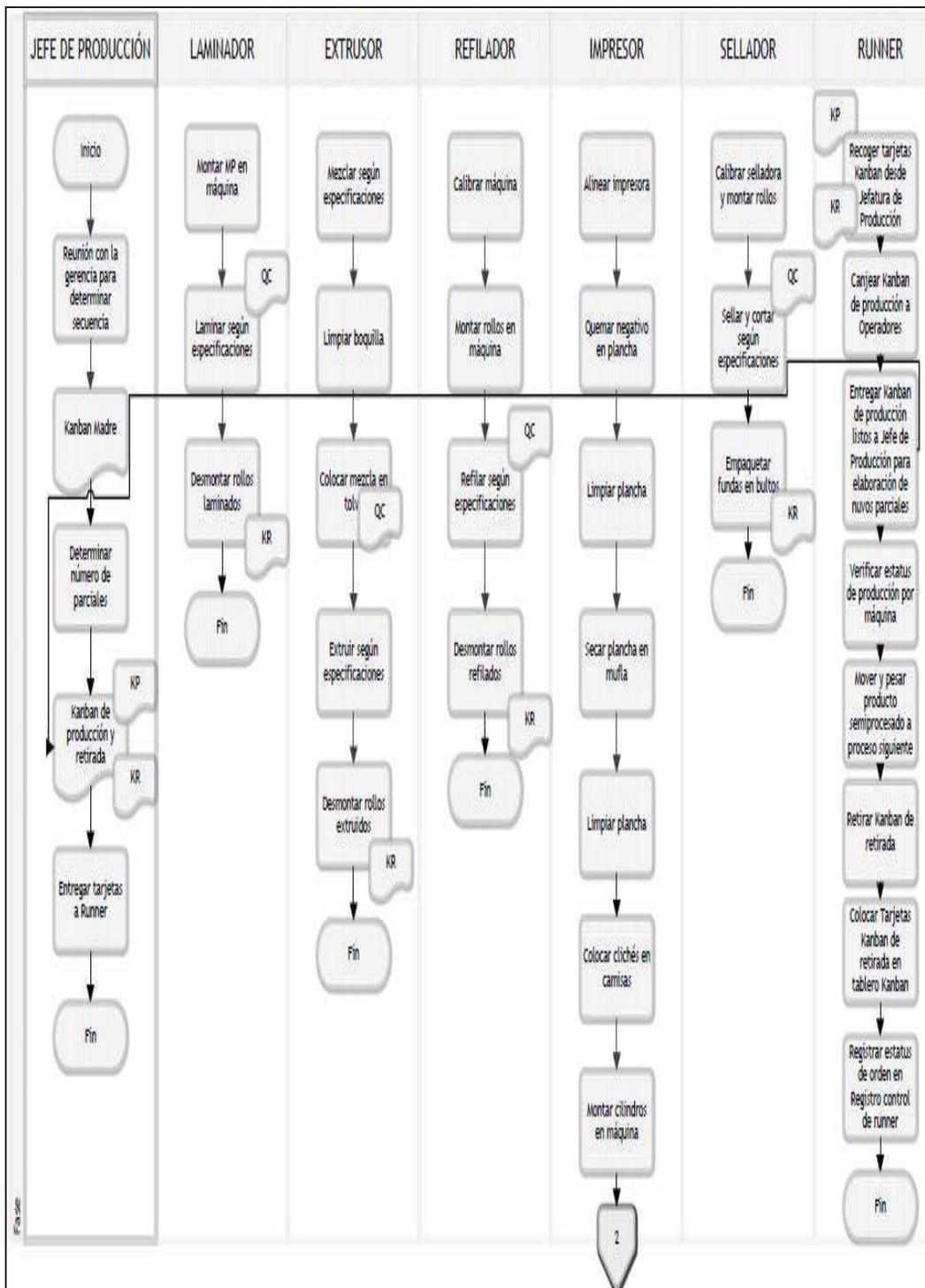
Cantidad retirada:		Iniciales OP:
Kgs	Bultos	Turno: D () N ()

Hora salida proceso:	
	fecha

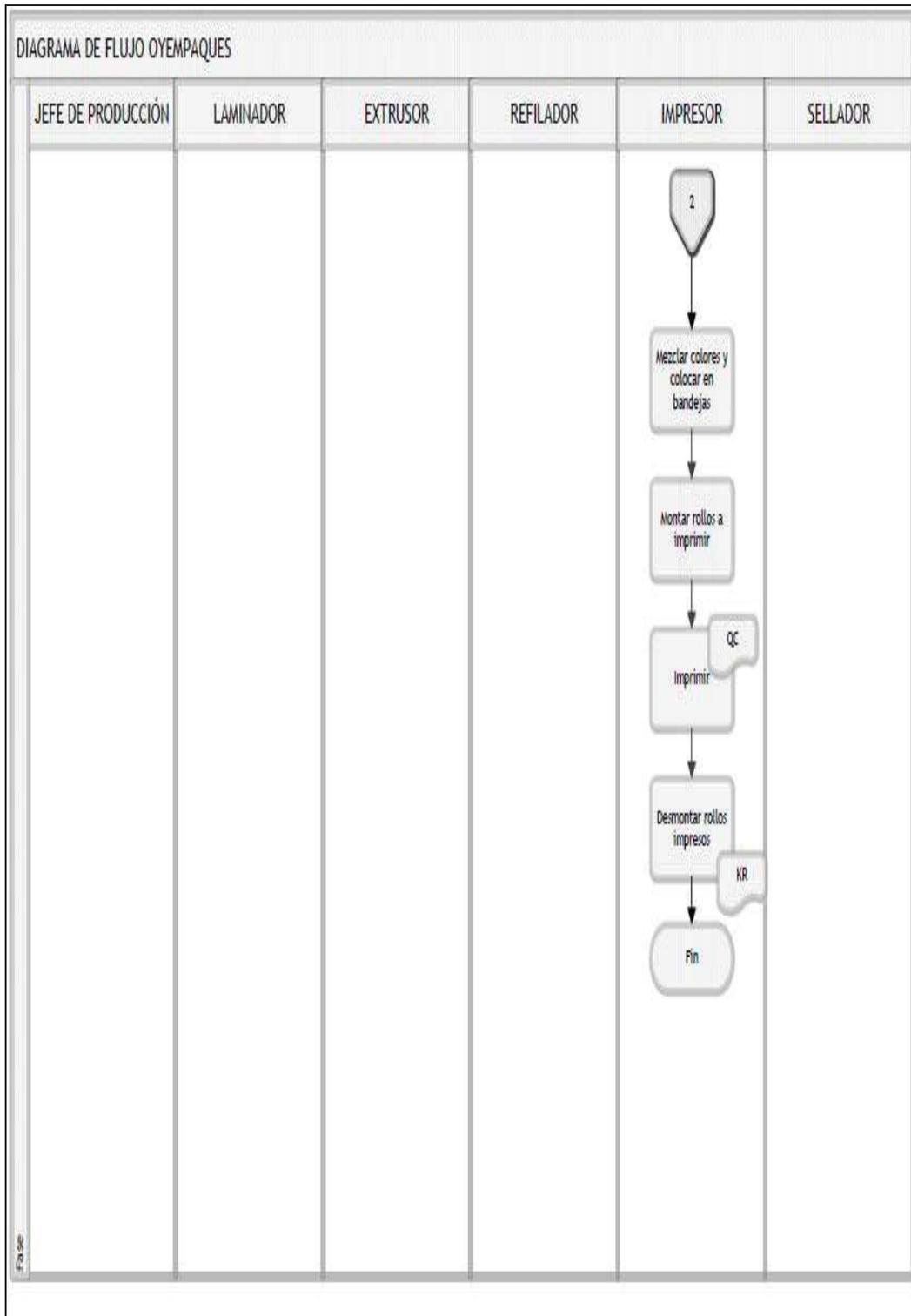


4.6 Nuevo flujograma propuesto

Figura No. 4. 1: Nuevo flujograma propuesto



(Continuación) Figura No. 4. 1: Nuevo flujograma propuesto



4.7 Diseño de etiquetas de identificación de producto terminado

Se ha identificado la necesidad de describir de mejor manera las características del producto terminado antes de enviarlo al cliente, por lo que se ha diseñado una etiqueta termotransfer, la misma que será impresa en una impresora Zebra, en la que además de poder identificar factores claves en el caso de una devolución, se podrá añadir un plus para el cliente que es su equivalencia en kilogramos, metros cuadrados, metros o cantidad de rollos en función del peso neto

OYEMPAQUES S.A.		FECHA: __ - __ - __	
R: <input type="checkbox"/>	Lote: _____	Pedido: _____	Estiba: _____
Descripción MP: _____		Gramaje: _____ gr/m ²	
Largo: _____ mts.	Ancho: _____ mts.	No. de rollos: _____	
Observaciones:			

PESO BRUTO: _____		KG (sin palet)	
CANTIDAD: _____		KG - M2 - MT - RL	

4.8 Control de Calidad

Con el fin de estandarizar el control de calidad cualitativo de los ítems en proceso, se ha diseñado un registro que servirá para controlar atributos específicos (Véase en Anexos 9.7). Registro necesario para que el proceso siguiente pueda aceptar la entrada del producto a ser procesado y así evitar posibles devoluciones y reclamos del cliente.

Los controles a medir e identificar serían:

En extrusión:

- Ancho
- Calibre
- Resistencia al rasgado
- Abertura
- Fuelle
- Opacado
- Textura
- Color
- Otros defectos en la lámina

En impresión:

- Ancho
- Centrado en la impresión
- Centrado en el logo
- Colores de acuerdo a la muestra
- Datos impresos de acuerdo a solicitud del cliente (lote, p.v.p., reg. sanitario, etc.)
- Otros defectos en la lámina

En refilado:

- Ancho pre refilado
- Ancho post refilado
- Rebaba
- Otros defectos de lámina

En sellado:

- Largo
- Ancho
- Calibre
- Rebaba
- Fuerza de selle
- Otros defectos de sellado

En laminado:

- Largo
- Ancho
- Calibre
- Unión de láminas
- Desborde de lámina

4.9 Checklist de mantenimiento preventivo

Se ha identificado como necesario un control previo al arranque, puesto que muchos paros son provocados por el mismo personal, por falta de lubricación y por falta de una inspección rutinaria básica que consta de:

- Verificar que el área se encuentre limpia y ordenada según principios de 5 s's
- Verificar herramientas completas y en lugar acordado
- Revisar buen estado de los botones de paro de emergencia
- Verificar que los potenciómetros y reguladores no se encuentren en mal estado
- Verificar que no haya cables de la máquina sueltos o a la vista y con su respectiva seguridad
- Verificar guardas de seguridad
- Verificar letreros de peligro y normas de seguridad visibles

- Verificar que no existan fugas (agua, aire, aceite, líquidos inflamables, etc.)
- Verificar que el lubricante sea del código especificado
- Verificar inventario de lubricante y de ser necesario solicitar su abastecimiento
- Lubricar partes móviles
- Arrancar la máquina
- Verificar si existen sonidos extraños
- Setear parámetros de acuerdo a especificaciones de la orden de producción
- Verificar información y etiquetas disponibles para el correcto flujo y desempeño del proceso

4.10 Control de inventario

Se ha diseñado un tablero de control de inventario de Bodega; en tiempo real; en el que se registrará movimientos de entrada y salida de cualquier materia prima y así preveer pedidos a proveedores y evitar desabastecimientos. Se diseñó una plantilla en Microsoft Office Excel a base de macros que lo que hace es sacar saldos totales disponibles por materia prima, independientemente de sus características o propiedades.

Para definir el stock de seguridad se define como ***desviación estándar de la demanda de materia prima x stock de servicio x lead time.***

Se toma el stock de seguridad calculado más bajo y se lo define como mínimo.

Para días de inventario se define como: **(Inventario promedio x 365) / (costo de materia prima utilizada)**

El algoritmo de cálculo para saldos se define como ***entradas – salidas.***

Es necesario seguir el siguiente proceso para el correcto funcionamiento de la plantilla:

- Abrir el archivo "Control de inventarios", ubicado en U:/AREAS COMPARTIDO/Control de Inventarios
- Verificar estatus de días de inventario por materia prima (stock de seguridad: mínimo 12 días de inventario)
- De encontrarse un ítem en rojo en la pantalla principal, solicitar su abastecimiento.
- Ingresar en la materia prima a realizarse una transacción
- En el caso de que sea un ingreso, colocar la cantidad en el código respectivo en la columna "entradas"
- En el caso de que sea un egreso, colocar la cantidad en el código respectivo en la columna "salidas"
- Presionar el botón "recalcular"
- Validar la generación del movimiento en la pantalla inicial

4.11 Implementación de 5'S

4.11.1 Paletizado de rollos e identificación para ahorro de espacio físico

Se designó y se señaló un área para el almacenamiento de los rollos y como se puede observar en la foto que continúa, el rollo ocupa el espacio estricto que debe tener dejando el espacio necesario para otras labores.



Figura No. 4.2: Paletizado de rollos e identificación para ahorro de espacio físico

4.11.2 Identificación con etiquetas para producto terminado

Evidentemente que el llenado total de los rublos requeridos por la tarjeta, ofrece una Figura de seriedad y calidad al cliente

OYEMPAQUES S.A.		FECHA: _____	
R: <input type="checkbox"/>	Lote: 003212040507	Pedido: 14506	Estiba: 3
Descripción MP:	LAMINADO	Gramaje:	25 gr/m ²
Largo:	6200 mm.	Ancho:	650 mm.
		No de rollos:	12
Observaciones:	4 ROLLOS POR PISO		
	ENKADOR		
PESO BRUTO:	436.2	KG (sin palet)	
CANTIDAD:	421,8	KG - M2 - MT - RL	

Figura No. 4.3: Identificación con etiquetas para producto terminado

4.11.3 Identificación con etiquetas para producto terminado

La identificación que muestra cada uno de los productos en la foto, permite agilizar cualquier movimiento necesario en su almacenamiento, distribución, etc.



Figura No. 4.4: Identificación con etiquetas para producto terminado

4.11.4 Limpieza y organización de áreas

Incuestionablemente se puede palpar la limpieza y el orden reinante en el lugar de trabajo y sus alrededores según muestra la foto.



Figura No. 4.5: Limpieza y organización de áreas

4.11.5 Rotulación de áreas

El señalamiento debido y la identificación de cada área permitirán de manera efectiva apoyar el trabajo de organización y dirección en todos los aspectos administrativos.



Figura No. 4.6: Rotulación de áreas



Figura No. 4.7: Rotulación de áreas



Figura No. 4.8: Rotulación de áreas

4.11.6 Inventario de producto en proceso



Figura No. 4.9: Inventario de producto en proceso

4.11.7 Sectorización por pedido



Figura No. 4.10: Sectorización por pedido

Otra área que demuestra eficiencia en su trabajo es la de esta foto en la que se puede observar la organización correcta de los diferentes productos en función de los pedidos recibidos.

4.11.8 Área de Bodega

El área de la Bodega, una de las más importantes de la empresa, muestra el estado en que se mantienen los productos almacenados, ofreciendo una excelente Figura de cuidado y conservación.



Figura No. 4.11: Área de Bodega



. Figura No. 4.12: Área de Bodega

4.11.9 Zebra y Balanza electrónica

El cuidado de los equipos de pesaje, tal como se señala en esta foto, ofrece la Figura de garantía, seriedad y responsabilidad del trabajo que se efectúa en la empresa.



Figura No. 4.13: Zebra y Balanza electrónica



Figura No. 4.14: Zebra y Balanza electrónica

CAPÍTULO V

ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

Tabla No. 5.1: Costos

COSTOS					
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unit.	Costo mensual	Costo anual
Balanza electrónica LG 50 cm x 50 cm; capacidad de 500 kgs.	1	unidad	\$ 390.00	\$ 32.5	\$ 390
Mantenimiento del equipo	1	mantenimiento /2 meses	\$ 20.83	\$ 10.4	\$ 125
Mano de Obra	1	runner	\$ 240.00	\$ 240.0	\$ 2.880
<i>Señalética de áreas (9 Rótulos):</i>					
1.-Extrusión	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
2.-Refilado	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
3.-Impresión	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
4.-Sellado	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
5.-Laminado	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
6.-Bodega	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
7.- Área de despacho	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
8.- Tornofresadora	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
9.- Rechazos	1	rótulo	\$ 15.00	\$ 1.3	\$ 15
Luz Eléctrica	38.89	kw/mes	\$ 0.09	\$ 3.5	\$ 42
<i>Impresión de Tarjetas KABAN</i>					
Tarjetas KANBAN madre	2000	tarjetas	\$ 0.01	\$ 1.0	\$ 12
Tarjetas KANBAN producción	15000	tarjetas	\$ 0.01	\$ 7.5	\$ 90
Tarjetas KANBAN retiradas	15000	tarjetas	\$ 0.01	\$ 7.5	\$ 90
Tarjetas KANBAN penalización	1000	tarjetas	\$ 0.01	\$ 0.5	\$ 6
Tarjetas KANBAN dosificación	2000	tarjetas	\$ 0.01	\$ 1.0	\$ 12
Tarjetas KANBAN Despacho de Bodega	2000	tarjetas	\$ 0.01	\$ 1.0	\$ 12
Etiquetas termotransfer	5000	etiquetas	\$ 0.00	\$ 1.3	\$ 15
Tinta Ribbon110x450 Cera Para Zebra Z4m, S600, S400, Zm400, Gk420t	6	rollos	\$ 9.95	\$ 5.0	\$ 60
Impresora Codigo De Barras Tsc Ttp-245 Gk420t Tlp2844 Zebra	1	impresora	\$ 369.00	\$ 30.8	\$ 369
Strech film	90	rollos	\$ 12	\$ 93	\$ 1.112
TOTAL				\$ 446	\$ 5.349

Costo fijos	Valor
Compra de la balanza	390.00
Señalética	135.00
Impresora Codigo De Barras Tsc Ttp-245 Gk420t Tlp2844 Zebra	369.00
Total costos fijos	894.00

Costo variables	Valor
Luz eléctrica	42.00
Mano de Obra	2.880.00
Etiquetas termotransfer	15.00
Impresión de Tarjetas KANBAN	222.00
Tinta Ribbon	60.00
Strech film	1.111.50
Mantenimiento del equipo (Balanza)	125.00
Total costos variables	4.455.50

Costo total del proyecto	5.349.50
---------------------------------	-----------------

Tabla 5.2: Beneficios

	Capacidad máxima (Kgs.)	Producción promedio/Año 2011 (Kgs.)	Estimación luego de implementación de proyecto (Kgs.)
EXTRUSIÓN			
Por turno	1223	795	979
Por año	587109	381621	469688
	100,00%	65,32%	80,00%
LAMINADO			
Por turno	143	53	20
Por año	68751	25438	9412
	100,00%	37,14%	37,14%
REFILADO			
Por turno	158	115	126
Por año	75602	55190	60482
	100,00%	72,56%	80,00%
IMPRESIÓN			
Por turno	97	57	78
Por año	46632	27513	37305
	100,00%	58,7%	80,00%
SELLADO			
Por turno	174	111	139
Por año	83581	53492	66865
	100,00%	63,74%	80,00%
Rédito			
Por turno	\$ 2095.	\$ 1137.	\$ 1609.
Por año	\$ 1005674.	\$ 545880.	\$ 772358.
		54,06%	76,80%
Margen por mes respecto a registro histórico luego de costos de implementación de proyecto			
		\$	18873.

Para calcular el rédito se descuenta el 8% calculado de devoluciones en el año 2011 y para la estimación del rédito luego de la implementación del proyecto se estima se disminuirá por lo menos al 4%.

Se toman los datos de los costos de la matriz de consolidación del sistema contable.

Se ponderan los costos de producción en función del registro de ventas del año 2011.

Se desconoce el margen de utilidad deseado, pero se conoce que los costos unitarios consideran costos fijos y variables.

Tabla No. 5.3: Ponderación

	<i>Ponderación de pedidos</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Unidades/kilo</i>	<i>Costo/kilo</i>
<i>Empaque sin impresión</i>	16%	\$ 0.06	200	\$ 12.36
<i>Empaque con impresión</i>	63%	\$ 0.07	300	\$ 22.14
<i>Empaque con tratamiento</i>	12%	\$ 0.09	300	\$ 28.42
<i>Empaque laminado</i>	9%	\$ 0.10	250	\$ 24.78
COSTO PROMEDIO PONDERADO	\$	0.08 dólares por unidad		
	\$	21.57 dólares por kilo		

Fuente: Registro de ventas y Base de datos de consolidación del sistema contable

Beneficios Tangibles:

- La información; tiempos y cantidades; se podrá almacenar, registrar o transferir electrónicamente, por ejemplo de producción a otras oficinas y/o proyectos.
- Se puede saber datos reales tanto de la producción como del desperdicio diario y cuantificar pérdidas o mayores ganancias a través de los datos entregados.

- Se pueden hacer informes con los datos en tiempo real como tableros de control o BSC.
- Identificación de eficiencias y límites de control para la estandarización de los procesos.
- Se evita el gasto innecesario de papel.
- La señalética permitirá que las áreas de trabajo se mantengan en el orden adecuado y correcto con el fin de suprimir tiempos de trabajo a aquellas personas que laboran en éstos procesos ya que los procesos estarán definidos de la mejor forma.
- Con la inversión de equipo nuevo se reduce el tiempo de valor no agregado en todos los procesos y permite que se hagan en paralelo.
- Mejorar las estadísticas ya que se evita el tener que eliminar datos por errores continuos.
- Reducir número de devoluciones por mes
- Reducir el desperdicio

Beneficios Intangibles:

- Generar autodisciplina en el personal
- Mejorar la cultura organizacional de la empresa
- Políticas de cliente interno
- Fomentar la proactividad
- Desarrollar al personal operativo personal y profesionalmente
- Reducción de tiempos muertos

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo al estudio que aquí se presenta, basado en el análisis de técnicas científicas como la observación, la búsqueda bibliográfica, etc., se llegó a las conclusiones siguientes:

- Se hace imprescindible introducir mejoras en los procesos productivos para la elaboración de empaques plásticos a base de **Kaizen**, las cuales aseguren su calidad y mantengan bajo control la productividad.
- Debe optimizarse el flujo de material por medio de sistema **Kanban** con **Runner**, para reducir el tiempo de entrega al cliente.
- Debe trabajarse mediante un cronograma de mantenimiento autónomo de maquinaria, que reduzca la parada de la misma.
- Debe ser establecido el uso de plantillas de control de calidad cualitativo y cuantitativo para evitar el exceso de material defectuoso y una plantilla para encontrar la causa raíz de defectos junto con su frecuencia.
- Tiene que implantarse un sistema de capacitación sistemático para el personal de producción, del control estadístico de procesos y del talento humano en general, para optimizar su rendimiento.
- Debe utilizarse una plantilla para el control permanente de inventarios, estandarización.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones anteriormente detalladas, es consenso de los autores de esta investigación enunciar las recomendaciones siguientes:

- Proponer la introducción de mejoras en los procesos productivos para la elaboración de empaques plásticos a base de **Kaizen**, las cuales aseguren su calidad y mantengan bajo control la productividad.
- Optimizar el flujo de material por medio de sistema **Kanban** con **Runner**, para reducir el tiempo de entrega al cliente.
- Implementar el cronograma de mantenimiento autónomo de maquinas, que evite la parada de la misma.
- Uso de plantillas de control de calidad cualitativo y cuantitativo para evitar el exceso de material defectuoso y encontrar su causa raíz.
- Sugerir la capacitación del personal de producción, del control estadístico de procesos y del talento humano en general, para optimizar su rendimiento.
- Proponer una plantilla para el control de inventarios, estandarización y 5's.
- Adquirir medidor de rasgado tipo Elmendor el cual se usa para determinar la resistencia al rasgado de las películas plásticas extruidas a lo largo y ancho de estas, por el método de ensayo ASTM D 1922 (Método de ensayo estándar para determinar la resistencia al rasgado de la película de plástico y láminas delgadas por el método del péndulo) Mide la fuerza necesaria para rasgar una película en sentido longitudinal y transversal.

- Adquirir Máquina Universal de Ensayos para medición de fuerzas. con éste equipo se realizan ensayos como determinación del Coeficiente cinético y estático de fricción de las películas plásticas extruidas de acuerdo a la Norma Técnica NT 869 (Método de ensayo para determinar el coeficiente de fricción estático y cinético en películas y láminas plásticas). Mide el coeficiente estático y cinético característico de las películas plásticas de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Determinación de la resistencia a la tracción y elongación de las películas plásticas extruidas de acuerdo al método de ensayo ASTM D 882 (Método de ensayo estándar para determinar las propiedades de tracción de láminas de plástico). Mide la resistencia y elongación requerida para romper una película plástica sometida a estiramiento. Determinación de la fuerza de sellado por el método de ensayo NC 956 (Películas de polietileno. determinación del sellado al calor) Se usa para medir la fuerza que se necesita para romper o separar el selle de una película de polietileno.
- Adquirir selladora de Laboratorio se usa para determinar la temperatura mínima y máxima de sellado por el método de ensayo NC 956 (Películas de polietileno. determinación del sellado al calor) Se obtiene el rango de temperatura para sellar una película de polietileno.
- Adquirir equipo para medir resistencia al impacto de las películas plásticas extruidas por el método de ensayo NTC 5510 (Plásticos. Determinación de la resistencia de películas plásticas mediante el método de impacto por dardo en caída libre) Mide la energía expresada en términos de peso (masa) requerida para romper una película plástica bajo condiciones especificadas de impacto por medio de un dardo en caída libre.

REFERENCIAS

- Almonte, Karla S. (2011). *Kaisen y las 5S*.
<http://www.eoi.es/blogs/karlasugeilyalmonete/2011/12/16/kaizen-y-las-5s/>
 (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- American Software Usa Inc (2011). *Supply Chain manufacturing*.
<http://saturn.arc.ab.ca/-mantech/im-group.html> (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Asbjorn M., Bonvik (2011). *How to control a lean manufacturing system*.
[www.is.bbsrc.ac.uk/op en net/áreas/tig/fd/short-b.html](http://www.is.bbsrc.ac.uk/op%20en%20net/areas/tig/fd/short-b.html).
 (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Business Open Learning Achieve (2011). www.kaizeni-institute.com/.
 (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Business Open Learning Achieve (2011). *Types of Stock*. www.kaizeni-institute.com/ (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Business Open Learning Achieve (2011). *--Inventory Values and Decisions*.
www.kaizeni-institute.com/ (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Clery Aguirre, Arturo Guillermo (2010).-- *El sistema Karban. Aplicaciones*.
<http://www.monografias.com/trabajos6/sika/sika2.shtml> (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Cooper, Matt (2010). *Establishing buffers and Kanban levels in High volume pull system manufacturing*.
www.geocities.com/TimesSquare/1848/japan21.html Integrated.
 (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Enciclopedia Digital (2011). *Control de la calidad*.
http://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_calidad. (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Enciclopedia Digital (2011). *Propiedades de los plásticos*.
<http://es.wikipedia.org/wiki/propiedadesplasticoshtt>. (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).
- Heizer, Jay y Render, Barry (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. Prentice Hall. 7ma Ed.

Kanban Sytems Milán (2010). *Inventory Management in Just In Time Systems*.
www.aitworld.com/lib/dciraw1.html (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).

Krajewski, Lee y Ritzman Larry (2002). *Administración de Operaciones*.
Prentice Hall. 8va Ed.

Lefcovich, Mauricio (2010). *Kaizen*.

<http://www.monografias.com/trabajos15/sistema-kaizen/sistema-kaizen.shtml>. (Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).

Moura Eduardo (2007). *Formación de especialistas Six Sigma Green Belt*.

Schy, Dave (2011). *How to Manufacture and sell your own products*.

<http://www.bs.wlihe.ac.u.k/~jarvis/bola/>.

(Recuperado entre el 16 /11/2011 y el 19/12 2011).

ANEXOS

Anexo 1 Kanban Madre

KANBAN MADRE - PRODUCCIÓN	
#:	Ubicación:
Nombre:	
Cliente:	Fecha ingreso:
Código:	Plazo: (dd/MM/AA)
Cantidad:	No. de emisiones:
Cadena de valor: Extrusión <input type="checkbox"/> Refilado <input type="checkbox"/> Impresión <input type="checkbox"/> Doblado <input type="checkbox"/> Termosellado <input type="checkbox"/> Precorte <input type="checkbox"/> Sellado <input type="checkbox"/> Laminado <input type="checkbox"/> Sellado Vac. <input type="checkbox"/> Aglutinado <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	Cantidad/emisión: Autorización: <i>Jefe Producción</i> <i>Gerente</i> <i>I. ocurrencia:</i> <i>I. urgencia:</i> <i>I. seriedad:</i>
Detalle:	Prioridad:

Anexo 2 Kanban de Producción

EXTRUSIÓN	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiente:	

Cantidad entregada:	
<i>Kgs</i>	<i>OP</i>

Detalle:	Abertura:	Fuelle:
Tratado ()	1 lado ()	1 lado ()
Tubular ()	2 Lados ()	2 Lados ()
Lámina ()	Partido 1/2 ()	
L:	A:	C:
Número de rollos:		
Kgs./Rollo:		

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

IMPRESIÓN	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiente:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

Tintas entregadas:		
<i>Color</i>	<i>Código</i>	<i>Kgs</i>

Standard de producción:

Hora IN op:	Fecha:

DOBLADO	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiente:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

Especificación:

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

EFILADO	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiente:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

Especificación:

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

TERMOSELLADO	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiete:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

<p>Especificación:</p>

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

PRECORTE	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiente:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

Especificación:

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

SELLADO	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiete:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

<p>Especificación:</p>

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

LAMINADO	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	Ubicación:
Proceso Siguiente:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

Especificación:

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

AGLUTINADO	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiete:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

<p>Especificación:</p>

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

OTRO	
Emisión #:	T. Madre #:
Proceso Anterior:	
	Ubicación:
Proceso Siguiente:	

Cantidad entregada:		
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>OP</i>

Especificación:

Standard de producción:	
Hora IN op:	Fecha:

Anexo 3 Kanban de Retirada

RETIRADA GRANDE							
Emisión #:		T. Madre #:					
Cantidad retirada:		Ubicación:					
<i>Rollo</i>	<i>Kgs</i>	<i>Desperdicio</i>	<i>Op</i>	<i>Runner</i>	<i>Turno</i>	<i>Hora Out</i>	<i>Fecha</i>
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

RETIRADA PEQUEÑA			
Emisión #:		Tarjeta Madre #:	
Cantidad retirada:		Ubicación:	
<i>Kgs</i>	<i>Rollos</i>	<i>Desperdicio</i>	<i>OP</i>
<i>Hora OUT</i>		<i>Turno:</i> D ()	
<i>Fecha</i>		N ()	

Anexo 4 Kanban de Dosificación y retirada de Bodega

IDEAL O DE PRODUCCIÓN					
KANBAN BODEGA			KANBAN BODEGA		
Código:			TINTAS	CANTIDAD (KGs)	%
Nombre:					
L:	A:	C:			
Cliente					
MATERIAL	CANTIDAD (KGs)	%			
USO GENERAL					
LINEAL					
INDUSTRIAL					
AFFINITY					
AGLUTINADO			QUÍMICOS		
PELETIZADO					
POLIPROPILENO					
NYLON					
POLYESTER					
PIGMENTO					
TOTAL		100	TOTAL		100

REAL O DE RETIRADA

KANBAN RETIRADA - BODEGA					KANBAN RETIRADA - BODEGA				
Tarjeta Madre No:					TINTAS	CÓDIGO	%	CANTIDAD (KGs)	FECHA
Emisión No.		Cantidad:							
Proceso siguiente:									
MATERIAL	CÓDIGO	%	CANTIDAD (KGs)	FECHA					
USO GENERAL									
LINEAL									
INDUSTRIAL									
AFFINITY									
AGLUTINADO					QUÍMICOS				
PELETIZADO									
POLIPROPILENO									
NYLON									
POLYESTER									
PIGMENTO									
TOTAL		100			TOTAL		100		

Anexo 5 Registro control runner

REGISTRO RUNNER											No:
PEDIDO:											
TARJETA MADRE:											
EMISIÓN No:											
PERÍODO:											
<i>Ordñ</i>	<i>Rollo</i>	<i>vex</i>	<i>vre</i>	<i>vim</i>	<i>vdo</i>	<i>vts</i>	<i>vpr</i>	<i>vs</i>	<i>vla</i>	<i>vsv</i>	<i>vag</i>
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Notas:											
PEDIDO:											
TARJETA MADRE:											
EMISIÓN No:											
PERÍODO:											
<i>Ordñ</i>	<i>Rollo</i>	<i>vex</i>	<i>vre</i>	<i>vim</i>	<i>vdo</i>	<i>vts</i>	<i>vpr</i>	<i>vs</i>	<i>vla</i>	<i>vsv</i>	<i>vag</i>
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Notas:											
PEDIDO:											
TARJETA MADRE:											
EMISIÓN No:											
PERÍODO:											
<i>Ordñ</i>	<i>Rollo</i>	<i>vex</i>	<i>vre</i>	<i>vim</i>	<i>vdo</i>	<i>vts</i>	<i>vpr</i>	<i>vs</i>	<i>vla</i>	<i>vsv</i>	<i>vag</i>
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Notas:											
PEDIDO:											
TARJETA MADRE:											
EMISIÓN No:											
PERÍODO:											
<i>Ordñ</i>	<i>Rollo</i>	<i>vex</i>	<i>vre</i>	<i>vim</i>	<i>vdo</i>	<i>vts</i>	<i>vpr</i>	<i>vs</i>	<i>vla</i>	<i>vsv</i>	<i>vag</i>
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Notas:											
PEDIDO:											
TARJETA MADRE:											
EMISIÓN No:											
PERÍODO:											
<i>Ordñ</i>	<i>Rollo</i>	<i>vex</i>	<i>vre</i>	<i>vim</i>	<i>vdo</i>	<i>vts</i>	<i>vpr</i>	<i>vs</i>	<i>vla</i>	<i>vsv</i>	<i>vag</i>
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Notas:											

Anexo 7: Registro de identificación de causa raíz y frecuencial

PLANILLA CAUSA RAÍZ Y FRECUENCIAL
--

PRODUCTO:			No.:		
PE	PP	RESPONSABLE:			
EQUIPO:			CÓDIGO:		
OP:			TURNO: D () N ()		
OP2:			TURNO: D () N ()		
PERÍODO:		ACEPTADO	RECHAZADO	MOTIVO:	
TOTAL DE KGS. PRODUCIDOS:					
TIPO DE DEFECTO		Q. DESP.	FRECUENCIA	TOTAL	
TOTAL					

DEFECTO:	PORQUÉ?
----------	---------

- | | |
|----|----|
| 1) | 1) |
| | 2) |
| | 3) |
| | 4) |
| | 5) |

DEFECTO:	PORQUÉ?
----------	---------

- | | |
|----|----|
| 2) | 1) |
| | 2) |
| | 3) |
| | 4) |
| | 5) |

DEFECTO:	PORQUÉ?
----------	---------

- | | |
|----|----|
| 3) | 1) |
| | 2) |
| | 3) |
| | 4) |
| | 5) |

DEFECTO:	PORQUÉ?
----------	---------

- | | |
|----|----|
| 4) | 1) |
| | 2) |
| | 3) |
| | 4) |
| | 5) |

DEFECTO:	PORQUÉ?
----------	---------

- | | |
|----|----|
| 5) | 1) |
| | 2) |
| | 3) |
| | 4) |
| | 5) |

Anexo 8: Planilla de control de calidad organoléptico

Tarjeta madre No.:	Nombre del ítem:	F. Inicio:	F. Fin:		

EXTRUSIÓN						Muestras				
Defecto:	Dato recolectado:	Estándar:	Fecha	Hora	Operador	1	2	3	4	5
Ancho:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Calibre:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Resistencia al rasgado:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Abertura:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Fuelle:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Opacado:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Textura:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Color:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Otros:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Observaciones:										

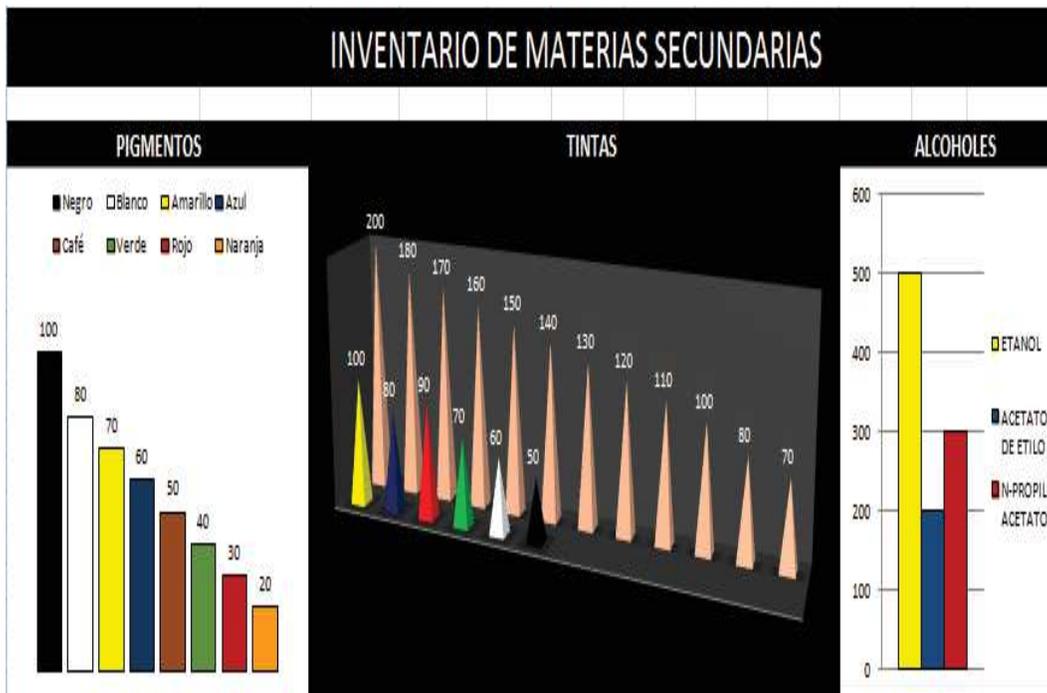
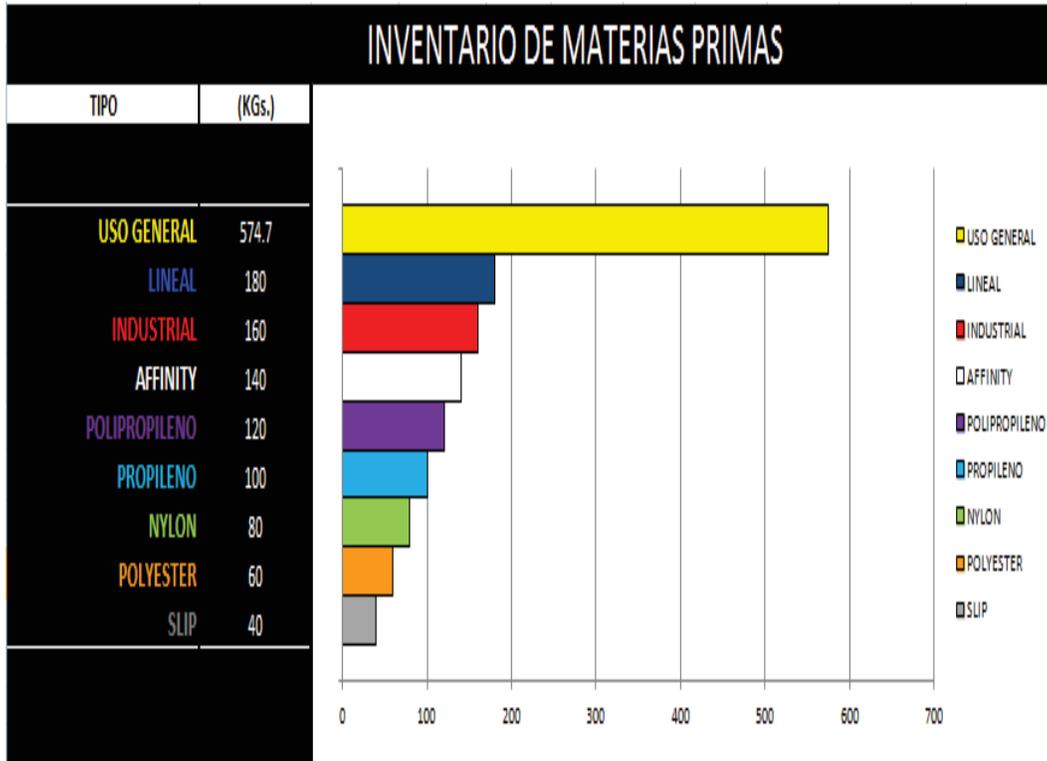
IMPRESIÓN						Muestras				
Defecto:	Dato recolectado:	Estándar:	Fecha	Hora	Operador	1	2	3	4	5
Ancho:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Centrado de impresión:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Centrado de logo:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Colores acorde muestra:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Data de impresión:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Otros:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Observaciones:										

REFILADO						Muestras				
Defecto:	Dato recolectado:	Estándar:	Fecha	Hora	Operador	1	2	3	4	5
Ancho prerefilado:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Ancho postrefilado:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Rebaba:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Otros:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Observaciones:										

SELLADO						Muestras				
Defecto:	Dato recolectado:	Estándar:	Fecha	Hora	Operador	1	2	3	4	5
Largo:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Ancho:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Calibre:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Rebaba:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Fuerza de cierre:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Otros:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Observaciones:										

LAMINADO						Muestras				
Defecto:	Dato recolectado:	Estándar:	Fecha	Hora	Operador	1	2	3	4	5
Largo:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Ancho:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Calibre:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Unión de láminas						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Desborde de lámina:						Ok No	Ok No	Ok No	Ok No	Ok No
Observaciones:										

Anexo 9: Diseño de tablero de control de inventario de materias primas en Excel



USO GENERAL

MARCA	MI	DENSIDAD	CODIGO	CANTIDAD
ALCUDIV	1.3	0.93	046/A	170
BAPOLENE	1.3	0.94	LD107F	0
BRASKEM	1.3	0.93	PB526	0
CERTENE	1.4	0.93	221	50
DOW	1.7	0.93	503A	0
EXELENE	1.4	0.93	2001	0
HAMWHA	1.5	0.93	3305	0
LG	1.3	0.95	FB2000	0
PEMEX	1.2	0.93	2002OP	0
PETLIM	1.2	0.95	N103X	42
WEST LAKE	1.5	0.93	412	0

Entradas	Salidas
300	130
200	150
160	118

REGRESAR

RECALCULAR

TOTAL 262