



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE
EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.**

Daniel Emilio González

Asesorado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE
EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DANIEL EMILIO GONZÁLEZ

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERON DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

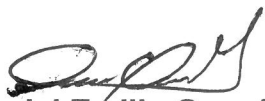
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 7 de mayo de 2014.



Daniel Emilio González



Guatemala, 26 de octubre de 2017.
REF.EPS.DOC.747.10.17.

Ingeniero
Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Director a.i. Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Arrivillaga Ochaeta:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Daniel Emilio González, Registro Académico No. 200611489** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León

Asesora-Supervisora de EPS

Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACDL/ra



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 26 de octubre de 2017.
REF.EPS.D.437.10.17

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director a. i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Gómez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Daniel Emilio González** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Director a.i. Unidad de EPS

CCdP/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.148.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Daniel Emilio González**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.173.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Daniel Emilio González**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp



Universidad de San Carlos
de Guatemala

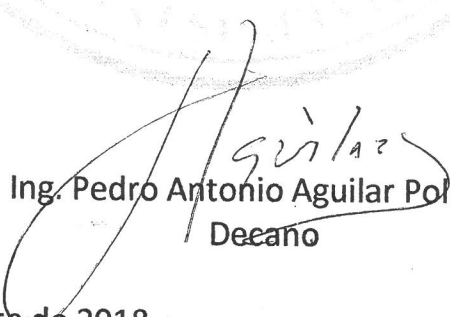


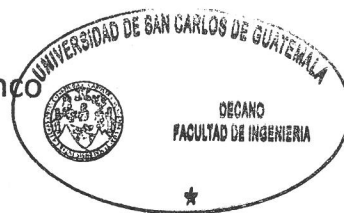
Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 451.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial al Trabajo de Graduación titulado: **"PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S.A."**, presentado por el estudiante universitario: **Daniel Emilio González** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala noviembre de 2018.

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la fuerza y el entendimiento para superarme día a día y lograr superar todos los obstáculos para llegar a ser profesional.
Mi madre	A pesar de sus carencias y gracias a su amor, esfuerzo, dedicación me llevó a ser quien soy hoy.
Mis tías	Gracias por ser unas madres más y por todo su apoyo incondicional y que a pesar de todos los altibajos han estado siempre con nosotros.
Mis hermanos	Por apoyarme en todas las etapas de mi vida y estar siempre cuando los he necesitado.
Mi abuela	Gracias por ser la base de esta familia, por enseñarnos a estar unidos y por todo el amor que me brindó mientras estuvo con nosotros.

.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Por ser mí casa de estudios y dar la oportunidad al pueblo de Guatemala a ser mejores ciudadanos.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme los conocimientos necesarios para ser un profesional más y dejar huella en mi formación.

Mi asesora

Inga. Sigrid Calderón, le agradezco todo su apoyo, dedicación, asesoramiento, consejos para la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES RAYOVAC GUATEMALA S.A.	1
1.1. Misión.....	1
1.2. Visión	1
1.3. Actividades de la empresa	2
1.4. Estructura organizacional.....	3
1.5. Departamentos.....	4
1.5.1. Departamento de mezclas.....	5
1.5.2. Departamento de extrusión	7
1.5.3. Departamento de básicas.....	8
1.5.4. Departamento de ensamble	10
1.5.5. Departamento de empaque	12
1.6. Ubicación.....	14
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL: IMPLEMENTA- CIÓN DEL PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTA- MENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.	17
2.1. Diagnóstico de la situación actual	17
2.1.1. Histograma, diagrama de Ishikawa.....	40

2.1.2.	Definición del problema.....	58
2.1.3.	Diagrama de Pareto	59
2.2.	Análisis comparativo de la eficiencia operacional	64
2.3.	Estudio de tiempos en el equipo instalado en el departamento de empaque.	86
2.4.	Toma de tiempos para la estandarización de puestos.....	95
2.5.	Implementación de las metodologías necesarias en el plan de mejora continua.	102
2.5.1.	Planificación del plan de mejora aplicado al departamento de empaque.	103
2.5.2.	Procedimiento y pasos necesarios para la elaboración del plan de mejora continua.....	105
2.5.3.	Recursos de planificación necesarios aplicables al departamento de empaque para desarrollar el plan de mejora continua.	111
2.5.4.	Personal y equipo instalado en el departamento de empaque implicado en la planificación de la elaboración del plan de mejora.	114
2.5.5.	Costos incurridos en los recursos aplicables al departamento de empaque en la planificación el plan.....	115
2.5.6.	Reporte sobre los avances logrados de la implementación del plan de mejora.....	115
2.5.7.	Evaluación del desempeño	117
2.6.	Costos de la propuesta.	124
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE UNA NUEVA MÁQUINA DESTINADA A LA FORMACIÓN DE CAJAS PARA EL EMPAQUE FINAL.....	127

3.1.	Estudio de la situación actual.	127
3.1.1.	Estación de trabajo.	131
3.1.2.	Herramientas y equipos a utilizar.....	132
3.2.	Diseñar un proceso ágil.....	132
3.3.	Optimizar recursos y espacios disponibles en el departamento.	139
3.4.	Reestructurar layout (plano) del departamento.	161
3.5.	Reducción estación de trabajo.	166
3.5.1.	Reducir costos.	168
3.5.2.	Proceso continuo.	169
3.6.	Diagnosticar puntos de mejora en equipo ya instalado.	170
3.6.1.	Rediseñar piezas obsoletas que provocan paros y fallas.	170
3.7.	Costos de la propuesta.	171
4.	FASE DE DOCENCIA: CAPACITACIÓN DEL RECURSO HUMANO	175
4.1.	Planificación de capacitaciones.....	190
4.2.	Programas de capacitación.	193
4.2.1.	Determinar la cantidad de horas necesarias.	196
4.2.2.	Detección de necesidades.....	199
4.3.	Metodología.....	200
4.3.1.	Creación de un programa de capacitaciones.....	200
4.4.	Propósitos de las capacitaciones.	202
4.4.1.	Evaluación del desempeño.....	203
4.5.	Propuesta de mejora.	204
4.5.1.	Puntos que causan cansancio y bajo rendimiento en los operarios.	205

4.5.2.	Elaboración de boletas de fallas mecánicas en el equipo.....	206
4.6.	Costos de la propuesta.	207
CONCLUSIONES.....		209
RECOMENDACIONES		211
BIBLIOGRAFÍA.....		213
ANEXOS.....		215
APÉNDICES.....		217

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama Rayovac Guatemala S.A.	4
2.	Departamento de mezclas.....	6
3.	Departamento de extrusión	8
4.	Departamento de básicas.....	10
5.	Departamento de ensamble	12
6.	Departamento de empaque	14
7.	Plano de ubicación Rayovac Guatemala S.A.	15
8.	Índice de eficiencia diaria	19
9.	Antigua disposición del departamento de empaque	20
10.	Tarima de pila para envejecimiento.....	21
11.	Hoja de control de embandejado y fallas mecánicas	23
12.	Diagrama de flujo de proceso departamento de empaque Rayovac Guatemala S.A.	26
13.	Cantidad de desperdicio por semana.....	30
14.	Diagrama causa-efecto para la pila rechazada	39
15.	Histograma para el promedio de eficiencia de los meses previos al desarrollo del proyecto	42
16.	Histograma de producción para los meses previos al desarrollo del proyecto.....	43
17.	Diagrama causa-efecto para baja eficiencia.....	47
18.	Embandejamiento por horario emb. núm. 1	54
19.	Embandejamiento por horario emb. núm. 2	55
20.	Embandejamiento por horario emb. núm. 3	57

21.	Gráficas Pareto para el equipo instalado	60
22.	Nuevo formato para la hoja de control de embandejado.....	66
23.	Hoja de control y reloj instalados en embandejadoras.....	67
24.	Formato índice control de desperdicio diario	68
25.	Datos para el índice de control de desperdicio	71
26.	Plano sistema de rotación de puestos del departamento de empaquete	78
27.	Mejoras aplicadas al sistema de rotación de puestos	80
28.	Índice de eficiencia diaria.....	81
29.	Histograma de promedio de eficiencia mensual de los meses durante la realización del EPS	83
30.	Índice de producción	84
31.	Histograma de producción meses realización del EPS.....	85
32.	Número de bandejas empacadas por operario en embandejadora núm. 1	97
33.	Número de bandejas empacadas por operario en embandejadora núm. 2	98
34.	Número de bandejas empacadas por operario en embandejadora núm. 3	100
35.	Mejoras <i>window pack</i>	121
36.	Diagrama causa-efecto para la estación de formado de caja master	129
37.	Fardos de caja plegada, caja armada, solapas inferiores con pegamento	130
38.	Primera propuesta de diseño para máquina formadora de cajas.....	133
39.	Segunda propuesta de diseño para máquina formadora de cajas.....	135

40.	Tercera propuesta de diseño para máquina formadora de cajas	137
41.	Diseño del layout actual departamento de empaque	140
42.	Diagnóstico del departamento antes de aplicar 5S's	142
43.	Auditoría 5S's departamento de empaque	146
44.	Primera S: seleccionar	148
45.	Plano de señalización de áreas.....	151
46.	Segunda S: ordenar	152
47.	Seguimiento aplicación 5S's	156
48.	Primera propuesta del nuevo diseño del layout para en el departamento de empaque	162
49.	Segunda propuesta del nuevo diseño del layout para el departamento de empaque	163
50.	Propuesta layout departamento de empaque con máquina formadora de caja y modificación en la línea de producción	165
51.	Puesto operacional de formado de caja	167
52.	Programa de capacitación para operarios del departamento	196
53.	Capacitación al personal sobre 5S's	198
54.	Boleta para registro de fallas mecánicas.....	207

TABLAS

I.	Datos de desperdicios.....	28
II.	Datos de defectos en empaque final	32
III.	Tiempos de embandejado.....	35
IV.	Resumen de tiempos perdidos.....	37
V.	Promedio de eficiencias de los meses previos al desarrollo del proyecto	41

VI.	Promedio de producción para los meses previos al desarrollo del proyecto	43
VII.	Tabulación de hojas control de embandejamiento.....	49
VIII.	Datos de embandejamiento máquina núm. 1	53
IX.	Datos de embandejamiento máquina núm. 2	54
X.	Datos de embandejamiento máquina núm. 3	56
XI.	Datos de desperdicios obtenidos para el nuevo índice de control	69
XII.	Tabla resumen cantidad de desperdicio	71
XIII.	Cantidad de reproceso en el empaque	72
XIV.	Secuencia de puestos sistema de rotación departamento de empaque.....	76
XV.	Historial de promedio de eficiencias de los meses durante la realización del EPS.....	82
XVI.	Historial de producción de los meses de realización del EPS	84
XVII.	Datos de tiempos perdidos en la toma de bandeja (embandejamiento)	88
XVIII.	Datos de tiempos perdidos en la toma de bandeja	89
XIX.	Datos de tiempos perdidos en la toma de bandeja	90
XX.	Datos de bandejas sin empacar en un mes.....	90
XXI.	Velocidades máquinas <i>conflex</i>	92
XXII.	Datos de observación para el diagrama hombre-máquina embandejadoras automáticas	94
XXIII.	Tiempos obtenidos de la realización del diagrama	94
XXIV.	Procedimiento para la elaboración de un plan de mejora continua	106
XXV.	Recursos de planificación	111
XXVI.	Mejoras aplicadas al departamento de empaque en Rayovac Guatemala S.A.	116

XXVII.	Eficiencia actual vrs. eficiencia mejorada.....	117
XXVIII.	Ahorros obtenidos	120
XXIX.	Datos comparativos de desperdicios	122
XXX.	Ahorros en cambios	123
XXXI.	Causas de reprocesos	123
XXXII.	Costos de la propuesta	125
XXXIII.	Ahorro obtenido por reducción de horno	169
XXXIV.	Costos de fabricación para la máquina formadora de cajas.....	173
XXXV.	Costos de fabricación del nuevo transportador	174
XXXVI.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	176
XXXVII.	Programa de capacitaciones.....	193
XXXVIII.	Costos programa de capacitaciones	208

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AA	Tamaño de pila R6
C	Tamaño de pila R14
D	Tamaño de pila R20
Kg	Símbolo para denotar kilogramo
Zn-C	Símbolo químico que denota el tipo de pila

GLOSARIO

Bomba de vacío	Máquina que se usa para extraer, elevar o impulsar líquidos y gases de un lugar a otro.
DNC	Diagnóstico de necesidad de capacitación
Mantenimiento preventivo	El mantenimiento preventivo se realiza en equipo en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.
Máquina Embulkadora	Máquina que deposita las pilas a granel en la charolas de cartón para su envejecimiento.
Máquina Toho	Máquina formadora de chaqueta metálica que cubre a la pila.
Máquina Winding	Máquina formadora de tubo de cartón en el que se deposita la semipila, para aislarla trabaja a una velocidad de 500 tubos/minuto.
Metodología 5's	Es una metodología que permite organizar el lugar de trabajo, mantenerlo funcional, limpio y con las condiciones estandarizadas y la disciplina necesaria para hacer un buen trabajo.

Neumática	Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.
Número de <i>índex</i>	Número interno de identificación de operarios en Rayovac Guatemala S.A.
PMC	Plan de mejora continúa
SAP	Programa de cómputo utilizado para administrar

RESUMEN

Rayovac Guatemala S.A. es una empresa que se dedica a la manufactura de pilas de zinc carbón (Zn-C) en sus cuatro presentaciones AAA, AA, C y D en volúmenes de 400 000 pilas diarias, lo que la cataloga entre las empresas que tiene un proceso de producción alto, lo que lleva a tener un mayor control en su personal, maquinaria y procesos, para lograr el mejor aprovechamiento de los recursos que en volúmenes grandes logra tener menos desperdicios, lo que representan una cantidad significativa de ahorro.

El desperdicio o desperfectos son un factor importante en cualquier proceso productivo, debido a que si los niveles de ambos son altos, los costos para la elaboración de cierto número de unidades se incrementan, por lo que es importante mantener sus niveles bajos que permitan mantener los costos bajos.

Es por ello, la necesidad de establecer programas de mejora continua que incluyan índices de control, propuestas de mejora en el equipo instalado, aplicación de herramientas de ingeniería como la metodología 5S's que garanticen el buen funcionamiento de las máquinas y reducir a los mínimos los tiempos improductivos para aumentar el rendimiento y la eficiencia en el departamento de empaque.

Considerando las diferentes necesidades en la reducción de costos, se propone mejorar los sistemas y controles de rotaciones de puestos, indicadores de desempeño y fallas para identificar cuáles son los principales defectos que provocan el desperdicio o defectos en las pilas, aumentar la eficiencia de producción, logrando disminuir el tiempo de reparaciones, teniendo identificados

cuales son los defectos que están afectando la maquinaria, a través de un plan de mejora continua desarrollado en el departamento de empaque de Rayovac Guatemala con el fin de disminuir o eliminar las malas prácticas de manufactura que llevan a provocar deficiencias dentro del proceso que se atribuyen, tanto a maquinaria como al personal el cual en toda empresa es el más importante, ya que sin él no se podría producir por muy automatizado que sea el proceso productivo.

Se pretende entonces a) ayudar a estandarizar los puestos de trabajo y conjuntamente el proceso; b) reducir al máximo las mudas que afectan al proceso y lo convierten en improductivo; c) mejorar sistemas en maquinaria e identificar puntos de fallas que afectan su buen funcionamiento.

OBJETIVOS

General

Elaborar un plan de mejora continua en el departamento de empaque de Rayovac Guatemala, a través de un sistema que incluya mejoras en maquinarias y procesos para reducir los paros innecesarios para el mejor aprovechamiento de los recursos y que sea un proceso continuo.

Específicos

1. Establecer y crear hojas de control en las que se muestre de manera detallada por el operario la falla que la causó, frecuencia y duración para reducir los niveles de paros en las máquinas que conforman el departamento.
2. Implementar un índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo para la maquinaria del departamento de empaque para la reducción de fallas y paros innecesarios que se pueden prever con rutinas de mantenimiento bien establecidas.
3. Elaborar un sistema de rotaciones de puestos dentro de las distintas maquinas que permita llevar el control de qué puesto le toca a cada grupo de trabajo y reducir el tiempo de cambio que se consume en realizar estas rotaciones.

4. Analizar propuestas de rediseño de equipo necesario debido a la antigüedad y desarrollar las mejoras, seleccionando los mejores materiales para prolongar la vida útil de las máquinas.
5. Definir indicadores de desempeño para estandarizar puestos, así como para el control de producción.
6. Crear hojas de control para los operarios que sirvan como apoyo para los indicadores de proceso y desempeño que se utilizarán para el seguimiento y la evaluación del plan de mejora.
7. Capacitar al recurso humano sobre las nuevas tendencias de producción en las cuales está incurriendo la empresa, llenado de hojas de control y estandarización de puestos para reducir tiempos y movimientos innecesarios con el fin de hacerlos más eficientes para obtener una mayor producción y por ende productividad.

INTRODUCCIÓN

El plan de mejora continua da a conocer el comportamiento del proceso en el departamento de empaque en la fábrica de pilas Zinc-Carbón (Zn-C) Rayovac Guatemala. Para ello, primero se presenta una breve descripción del proceso de producción y de la maquinaria instalada con la que dispone, los cuales serán de utilidad para realizar los análisis necesarios para conocer la productividad, eficiencia y rendimiento del departamento que son los puntos a mejorar según la necesidad de la planta.

Se describe la forma en la cual se lleva a cabo el control de tiempos y movimientos, índice de utilidad de maquinaria, fallas mecánicas, mejoras en procesos y diseño o rediseño de maquinaria. Una vez citados los problemas, se dan a conocer algunas técnicas de ingeniería y conceptos teóricos que se utilizarán como herramientas para implementar mejoras que ayuden al buen funcionamiento de máquinas, y a mantener niveles óptimos de eficiencia para aumentar la productividad en el departamento.

Se hace mención de un análisis propuesto para la mejora del control de rotaciones de puestos y con ello, colaborar en la reducción de tiempos muertos y de ocio con el fin de ayudar al aumento de la productividad. Por otro lado se establecen nuevos sistemas de control de fallas en máquinas, esto con el fin de determinar cuál es el porcentaje real de desperfectos y en qué puntos es donde se dan las fallas, además de tener presente cuáles fueron las causas que las están provocando.

Finalmente, se describe el plan de mejora y todas aquellas herramientas necesarias, basadas en fundamentos de ingeniería para realizarlas.

En este documento se presenta el anteproyecto de EPS titulado: plan de mejora continua en el departamento de empaque en Rayovac Guatemala S.A., en el cual se describe el planteamiento del problema, en el cual se describe la empresa donde se desarrollara el proyecto de EPS durante 6 meses explicando la problemática que aqueja al departamento que se propone resolver.

Seguidamente se presenta la justificación y se determina el problema, definiéndolo y delimitándolo; además del objetivo general y objetivos específicos que se pretenden alcanzar.

Como parte del marco teórico se explica que es un plan de mejora continua, qué es eficiencia, rendimiento y productividad, así como medirlas, producción *lean* y las 5S's.

Luego se expone el plan de trabajo que incluye: una fase de servicio técnico, una fase de servicio de investigación y una fase de enseñanza aprendizaje. Los recursos necesarios y se presenta el contenido propuesto para el informe final del proyecto de EPS.

1. GENERALIDADES RAYOVAC GUATEMALA S.A.

1.1. Misión

Fortaleceremos nuestras marcas y generaremos crecimiento interno haciendo énfasis en estrategias de marca, productos innovadores y diseño de empaque.

Diseñaremos infraestructura en tecnología, canales de distribución, comprando estructura operacional a nivel global para continuar manejándonos a través de eficiencia y reducción de costos.

Seremos rentables expandiendo distribución en todos los mercados en los que participamos.

1.2. Visión

Convertirnos en una empresa de productos de consumo masivo orientados al consumidor y enfocados al desarrollo de marcas, ofreciendo productos diferenciados dirigidos a generar en su consumo una experiencia única en todo momento.

Somos una empresa de rápido crecimiento global diversificada dirigida al mercado de productos de consumo.

Seguiremos creciendo a través de la combinación de adquisiciones estratégicas.

1.3. Actividades de la empresa

En 1096 se funda la compañía de pilas francesa en Madison Wisconsin (EEUU) que luego en 1930 cambio su nombre a *Rayovac Company*, para 1939 introduce la primera pila seca sellada a prueba de derrames y por los avances en 1971 obtiene la patente de la pila de botón de plata oxido y al año siguiente introduce al mercado la pila de cloruro de zinc con el doble de duración que la pila normal. En 1993 lanza *Ronewel* la pila alcalina recargable, en 1997 se lanza al mercado la línea de pilas especiales de Rayovac, siguiendo con sus avances en 2001 lanza sus pilas recargables de hidrato de níquel metal y su cargador. En 2002 introduce las pilas alcalinas *máximum plus* y compra la fábrica de pilas europea VARTA, en el 2003 compra *Remington Products Company*. Para mejorar sus capacidades en 2004 cambia su casa matriz a Atlanta Georgia, compra el 85 % de *Ningbo Baowang* empresa manufacturera de pilas en China y a la vez compra *Microlite S.A* compañía de pilas en Brasil. Y para el 2005 compra *United Industries* un fabricante y comercializador de productos para el cuidado de jardines, control de insectos y accesorios para mascotas.

En 1961 en Guatemala se funda la empresa con el nombre de *DURALUX* S.A. con capital 100 % guatemalteco (Fam. Arzú, Ing. Luis de Ojeda), tecnología japonesa. La empresa hace su primera pila el 6 de febrero de 1961. Pilas zinc carbón con el nombre de *Duralux*.

En 1962 se vende 75 % de la empresa a *Rayovac Corporation (ESB)*. La primera pila RAY-O-VAC se fabrica el 15 de agosto de ese mismo año (día de la asunción). En 1975, se desliga de Rayovac y pasa a ser parte de *INCO (International Nickel Company)*. 1985 *INCO* decide vender, compra *ROV Limited*.

En 1999 *Rov Limited* vende la compañía y *Rayovac Corporation* la compra nuevamente. En el 2003 se instala el segundo turno, por cierre de Honduras, República Dominicana y México.

Rayovac Guatemala S.A es parte de línea internacional de Rayovac, dedicada a la fabricación de pilas secas zinc-carbón (Zn-C), para toda la región Centro América, México y el Caribe. Con más de 45 años de experiencia en la elaboración y distribución en las presentaciones D (grande), C (mediana), AA (normal) en la marca Rayovac y D (grande) en la marca varta para exportación contando para ello con los departamentos de extrusión, mezclas, básicas, ensamble y empaque, adicionalmente cuenta con la línea de empaque para la pila alcalina.

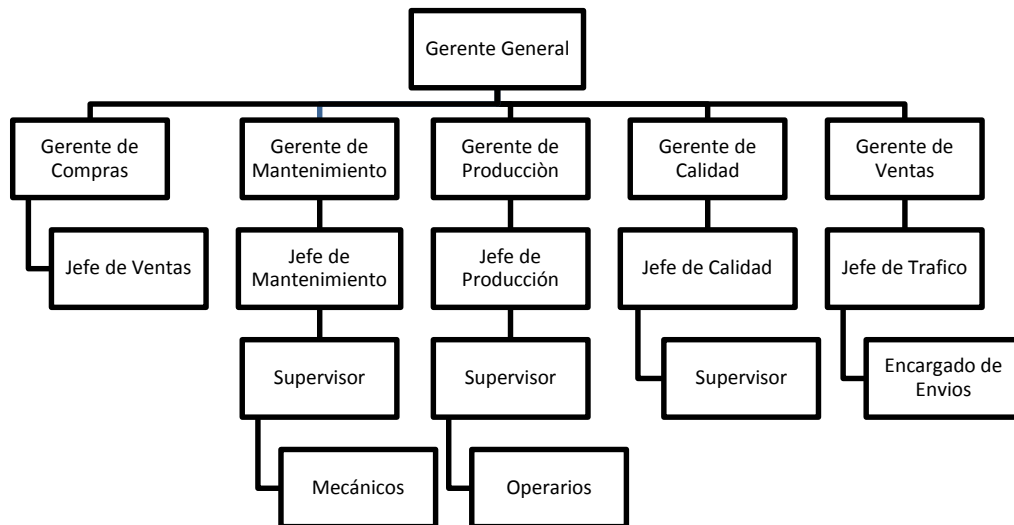
Rayovac Guatemala también cuenta con el centro de distribución de productos *Remington* y *Black and Decker* para toda la región. Actualmente la compañía cuenta con 150 personas destinadas a realizar la producción, almacenaje y transportación de la pila hacia las distintas distribuidoras.

1.4. Estructura organizacional

En toda organización se tiene que tener claro cuál es la finalidad de la empresa, hacia donde quiere llegar, como lo va a lograr, bajo que principios está establecida para su buen desempeño y funcionamiento.

La estructura organizacional de Rayovac Guatemala S.A. es del tipo funcional con puestos de mando según la jerarquía mostrada en el organigrama que se muestra en la figura 1.

Figura 1. Organigrama Rayovac Guatemala S.A.



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

1.5. Departamentos

Rayovac Guatemala S.A. es una empresa dedicada a la elaboración de pilas de zinc-carbón (Zn-C) desde hace más de 50 años. Para la fabricación de dichas pilas consta de 5 departamentos distribuidos en toda la planta, estos son:

- Mezclas
- Extrusión
- Básicas
- Ensamble
- Empaque

Estos 5 departamentos son los encargados de producir la pila en su totalidad desde la materia prima, hasta el producto final las pilas Rayovac en presentaciones AA, C y D. dentro de la planta existen dos departamentos más que son bodega blanca en la cual se almacenan todos los insumos de la planta y el producto terminado a excepción de la materia prima del departamento de mezclas que se almacena en bodega gris.

A continuación se describe uno a uno los departamentos y su función dentro del proceso.

1.5.1. Departamento de mezclas

Se inicia el proceso de fabricación de la pila, consiste en la elaboración de la mezcla por medio de una combinación de polvos con cierta cantidad específica de cada material, agua y solución, que luego se deposita en los vasos de zinc.

En este departamento es donde se emplean más materiales para la elaboración del producto y se trabaja mediante una formulación dependiendo el tipo de pila que se esté realizando D, C o AA.

Por la cantidad de materiales que se utilizan en este departamento y por lo volátil que es la materia prima, se puede desperdiciar a la hora de que los mismos se agregan a lo largo del proceso por ejemplo: cuando los operadores colocan más material del requerido para la producción, y la mezcla sale con diferentes propiedades.

Los materiales que se manejan en este departamento adquieren humedad del ambiente por lo que es necesario que la materia prima este bien cubierta alejada del agua para que no se endurezca.

En este departamento hay dos tipos de máquinas que se emplean para realizar las operaciones respectivas (tómbolas y pesado automático), a diferencia de otros departamentos, en este existe una combinación entre las funciones que desempeña la maquinaria y las funciones de los operadores.

Es el departamento menos automatizado en el que muchas operaciones son manuales por la forma en que se trabaja, ya que se tienen que pesar los materiales de forma exacta.

Figura 2. **Departamento de mezclas**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

1.5.2. Departamento de extrusión

En este departamento es donde se elabora el vaso de zinc, elemento fundamental en el funcionamiento de la pila y el cual sirve de base para que se coloquen los materiales que componen la misma, este es transportado hacia el departamento de las básicas por medio de cables aéreos para suministrar de manera adecuada y constante la siguiente etapa del proceso.

La materia prima que se utiliza en este departamento es la más costosa de la planta y el volumen que se utiliza es muy grande, debido a que la ficha se pide por tonelada y cada una contiene 75 000 fichas/toneladas.

Por el peso que tiene cada bolsa, si se llega a realizar una mala operación se puede lastimar una parte de los materiales (ficha doblada y ovalada), si el proveedor manda mala la ficha (gruesa o menor peso) o si se le coloca más lubricación de lo normal se puede perder una tonelada completa que implica dejar de producir 75 000 vasos.

Este departamento cuenta con 3 tipos de maquinaria para la elaboración del proceso las cuales son: prensa tiene la capacidad de suministrar 175 vasos/min, *trimmer* tiene la capacidad de suministrar 200 vasos/min y los troqueles que se encargan de la fabricación de la tapa y ficha de fondo.

Por su velocidad si el operador no está atento a sus máquinas puede sacar vaso malo (corto, golpeado y con pared delgada) o si no se arranca de manera adecuada (que caliente antes de tiempo y hacer la graduación adecuada), además si la máquina tiene algún desperfecto (punzón malo, boquilla floja, pared delgada y fondo delgado), puede provocar más desperdicio de lo normal.

Este departamento tiene 18 prensas, 15 *trimmer's* y 16 troqueles, tiene la característica que su maquinaria es automatizada, por lo que cada operador tiene 4 máquinas a su cargo.

Figura 3. **Departamento de extrusión**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

1.5.3. Departamento de básicas

En esta parte de la planta se conjunta la mezcla, el vaso de zinc y otros materiales para conformar lo que se conoce como semipila, la cual consiste en colocarle al vaso zinc un papel separador, tanto en el fondo como alrededor de la parte interna, seguido por la combinación de polvos, electrodo, roldana de compresión y papel de sello.

La materia prima que se utiliza en este departamento es la que evita que la pila se ponga en corto, por lo que es importante que el papel separador,

mezcla y electrodo se encuentren en buenas condiciones, de lo contrario provocan pérdidas en el proceso (carbón quebrado, roldana de fondo descentrada, roldana de compresión hundida y sin roldana de sello o compresión) porque en la máquina no pasa por tener diferentes medidas. El papel separador y las roldanas se fabrican en la planta en las estaciones de *methocell* y cortadora de papel, respectivamente.

Estas máquinas automatizadas tienen una velocidad de 105 pilas/min, y se cuenta con 15 máquinas rovac's para la elaboración de la pila, cada operador tiene dos máquinas a su cargo. Además actualmente se cuenta con un módulo cadillac en producción y otro en proceso de fabricación, estos de igual forma producen pila.

Por la velocidad que estas máquinas tienen cuando el operador no abastece de materiales la máquina puede provocar desperdicio, porque se produce pila que no posee todos los materiales que debe de llevar, además, si no está atento y la máquina tiene algún desperfecto (desalineada, sensores eléctricos malos), también sale desperdicio.

Figura 4. **Departamento de básicas**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

1.5.4. Departamento de ensamble

En este departamento es donde se le da la forma a la pila, colocándole el blindaje que es una lámina de metal donde lleva el logotipo de la pila, la ficha de fondo que se une con un tubo de cartón para sostener la semipila y el sello de asfalto que permite que esté fija y no tenga movimiento.

Por ser el departamento donde más operaciones se realizan, la materia prima asume un papel importante, debido a que si viene con algún defecto (fondo lastimado, blindaje con mala litografía y tubo despegado), puede provocar desperdicio de pila.

Es el departamento que tiene más máquinas para la elaboración de la pila, por la diversidad de operaciones es difícil tener bajo control todas las

máquinas, sin que exista alguna que pueda presentar problemas en el proceso (pila mal engargolado, sin asfalto, sin tubo ó blindaje traslapado).

Los defectos pueden ser provocados por la maquinaria (si esta desalineada, no está alimentando bien o si apacha la pila) o por mala operación (no abastecer de materiales principalmente).

Hay 4 tipos distintos de maquinaria, las cuales son: cortadora de lámina, *toho*, *winding*, *bibra*, asfaltadora y ensambladora.

La velocidad de cada una de las máquinas que existen en este departamento varían una de la otra, la velocidad de la *winding* es de 500 tubos/min, la velocidad de la *bibra* es de 200 blindajes/min, la velocidad de la ensambladora es de 220 pilas/min, la velocidad de la asfaltadora es de 450 pilas/min. Para la elaboración de la pila este departamento cuenta con 3 cortadoras de lámina, 5 *toho*, 2 *winding*, 9 *bibras*, 7 ensambladoras y 2 asfaltadoras.

Figura 5. **Departamento de ensamble**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

1.5.5. Departamento de empaque

Este es el último departamento se le coloca la tapa y el sello de garantía que indica que la pila no ha sido usada y está en condiciones de ser vendida, además de la prueba eléctrica para garantizar y almacenar el producto para el envejecimiento (*Aging*), se deja reposar la pila por 5 días para que sus componentes reactiven para luego pasar por una segunda prueba eléctrica, de no pasar la prueba se deja reposar de nuevo por 30 días al término de este periodo es rechaza de nuevo se tritura para ser desechada. Si pasa la primera prueba se procede a empacarla.

Este es último departamento por el cual pasa la pila para ser terminada y es donde evidencian todos los defectos que son generados en los otros

departamentos (arrugada, sucia, derramada), y que no fueron detectados anteriormente.

Por la cantidad de pila que se recibe del departamento del ensamble se puede lastimar y de ensuciar en las fajas de transportación hacia el empaque. La velocidad de la cerradora es de 225 pilas/min y la velocidad de la embandejadora es de 480 pilas/min, para el proceso se cuentan con 7 cerradoras 2 *embulkadoras* con 580 pilas/min, 2 *desembulkadoras* con 1,305 pilas/min, 4 embandejadoras manuales y 2 semiautomáticas, 2 embandejadoras *window pack*, 4 probadoras 4-1 con 233 pilas/min y 1 probadora 8-1 con 350 pilas/min, 5 hornos para termoencogido y 1 selladora de caja master.

Por lo rápida que es la maquinaria si el operador no abastece constantemente de tapa la máquina, provoca que salga desperdicio, además, si no está pendiente del sello de garantía puede que salga pila sin sello.

Si la materia prima tiene defectos (tapa doblada o mal cortada) provoca desperdicio, si el sello de garantía viene con añadiduras hace que la máquina se atore y pase pila sin sello.

Figura 6. **Departamento de empaque**



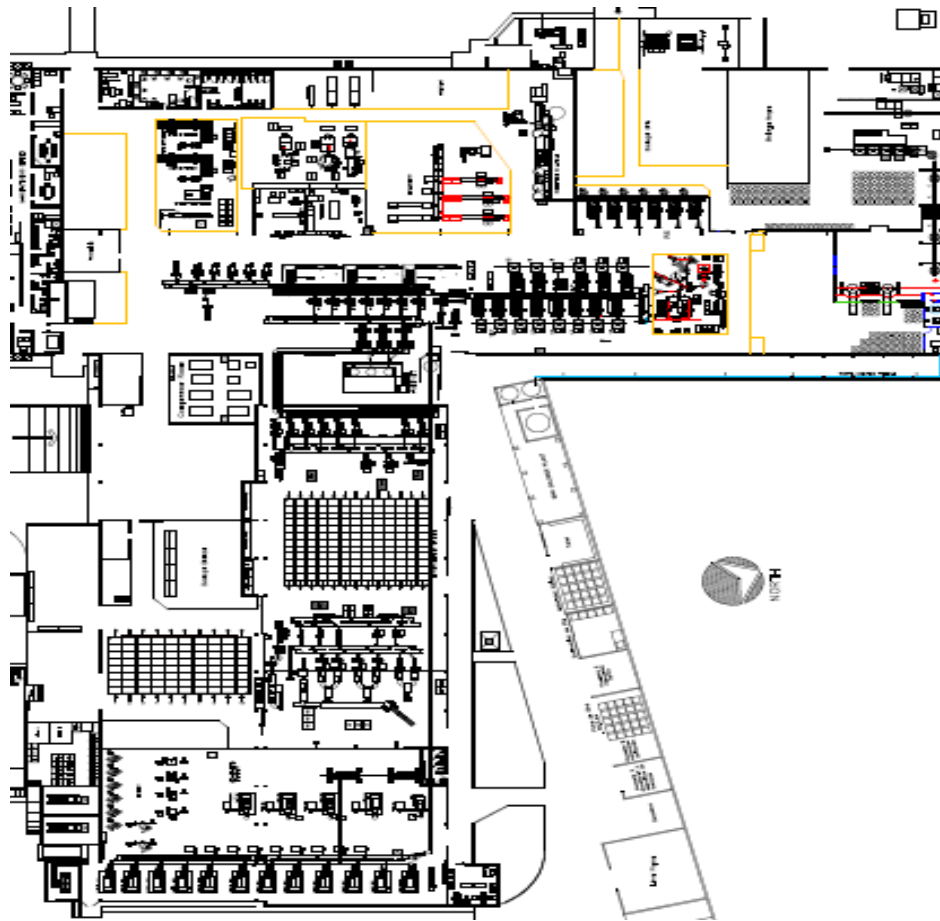
Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

En las figuras 2, 3, 4, 5 y 6 se muestran las diferentes áreas con las que cuentan cada departamento para la elaboración de cada una de las partes que componen la pila o batería de zinc carbón.

1.6. Ubicación

La empresa de pilas Rayovac Guatemala S.A se encuentra ubicada en la 28 calle B lote 85 col. Sta. Isabel II Jocotales zona 6 Chinautla, Guatemala C.A.

Figura 7. **Plano de ubicación Rayovac Guatemala S.A.**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 7 muestra el plano de ubicación de la empresa y las áreas que contiene.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL: IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL DEPARTAMENTO DE EMPAQUE EN RAYOVAC GUATEMALA S.A.

2.1. Diagnóstico de la situación actual

A continuación se describe la situación del departamento de empaque en Rayovac Guatemala antes de iniciar el proyecto de EPS, en el que se aplicaron principios de mejora continua para aumentar su productividad y eficiencia en las líneas de producción con las que cuenta el departamento por medio de la propuesta de un plan de mejora continua PMC.

Los desperfectos mecánicos en la maquinaria (no realizan bien la prueba eléctrica, pila en mala posición que detiene la máquina, mal sellado de termoencogible, entre otros), representan un costo para la empresa ya que son insumos que se dejan de aprovechar efectivamente como recursos materiales, mano de obra, electricidad en reprocesos que se pueden llegar a reducir o eliminar lo que sería muy eficaz.

La causa principal de los defectos, fallos o paros se atribuye debido al mal diseño o desgaste por la antigüedad de la maquinaria en la cuales la pila tiende a perder su posición de entrada, desde la banda transportadora ocasionando que quede obstruyendo el paso de las demás o ingrese de mala forma a la máquina provocando defectos como arrugas, abolladuras. Otra causa que provoca que la eficiencia disminuya son los reprocesos que son causados por una mala inspección dejando pasar pilas con desperfectos (sin

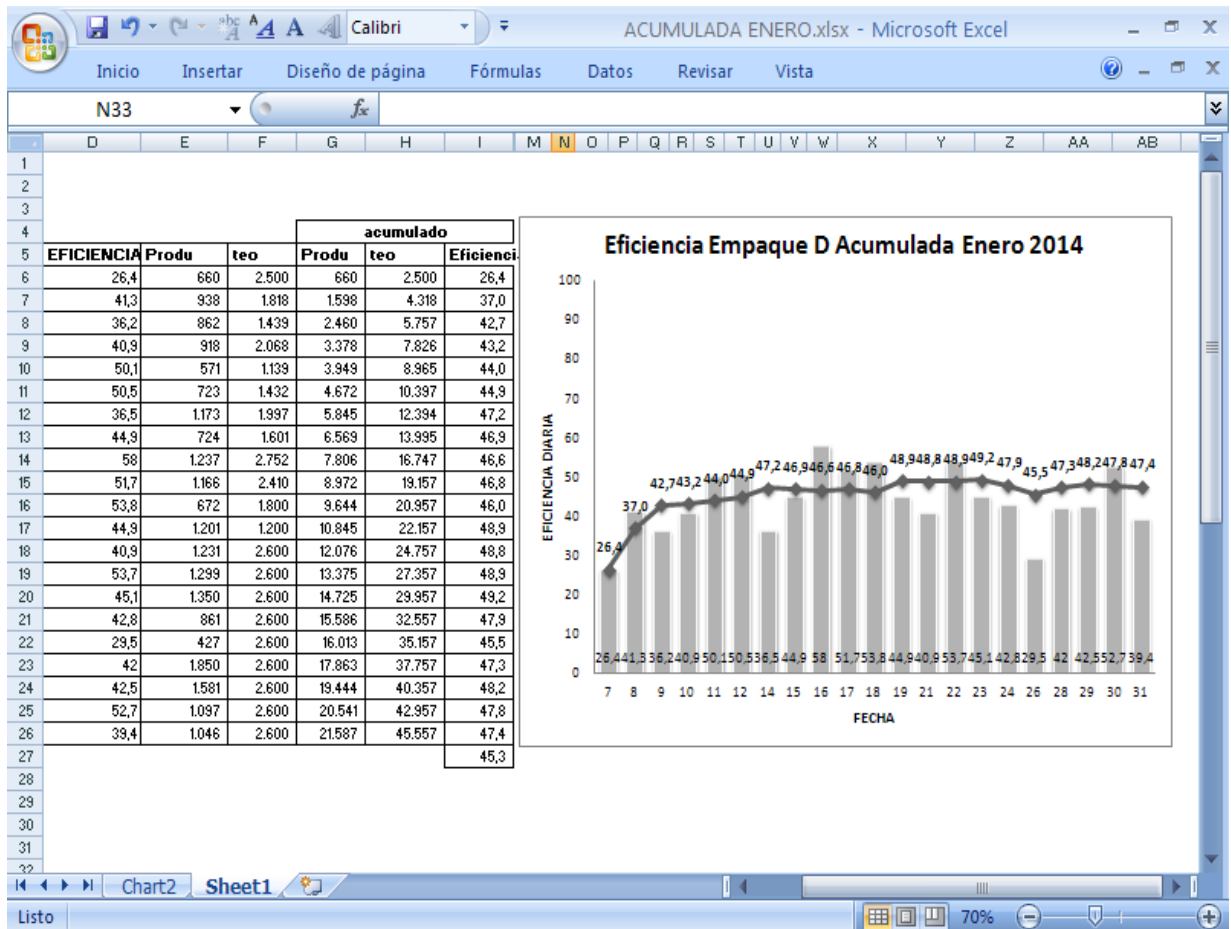
sello, pila sucia, golpeada y con blindaje traslapado) lo que lleva a un rechazo del producto final o que el cliente adquiriera un producto en mal estado.

Añadido a todos los problemas en maquinaria también se encontró un desorden y descontrol de materias primas con áreas no utilizadas de forma adecuada para la actividad que fueron definidas, el departamento no cuenta con un sistema de señalización e identificación de los espacios con los que cuenta.

Con base en la información histórica que se recopiló de uno de los índices que ya poseía la empresa se determinó que todo esto lleva al departamento de empaque a ser el que menos porcentaje de eficiencia (menos del 50 %) tenga dentro de la planta como se puede evidenciar en la hoja electrónica que se muestra en la figura 8, en la que se observa la manera de cómo se lleva el índice de eficiencia diaria.

Todo resultado de un flujo no controlado de materiales y sobre todo con mucho desorden en el cual las áreas no están delimitadas, llevando esto a los operarios a colocar en pasillos o cerca de la maquinaria materias primas entorpeciendo o retrasando el paso haciendo ineficiente el proceso productivo.

Figura 8. Índice de eficiencia diaria



Fuente: Empaque Rayovac Guatemala S.A. Supervisión departamento de empaque.

En la figura 8 se puede observar la hoja electrónica en la cual se va anotando la producción durante la jornada por medio de las fórmulas, compara la producción teórica con la real arrojando el dato de la eficiencia y este dato se va graficando para tener un apoyo visual de la tendencia del empaque.

El diagnóstico se desarrolló por medio del método de observación directa con estudios de campo y apoyo de la supervisión del departamento, basados en

el fundamento teórico que dice: cuando se quiere resolver de raíz un problema importante es necesario tener información sobre el mismo que permita identificar cuándo, dónde y en qué condiciones se da tal problema, y con qué magnitud. De igual manera, cuando se va a tomar una decisión o a ejecutar una acción es preciso contar con información que les dé sustento y viabilidad.

En el caso de Rayovac Guatemala es un departamento que durante los últimos 5 años ha sufrido cambios, tanto en sus procesos como en su distribución esto enfocado siempre a mantener la calidad de las pilas de zinc carbón (Zn-C) para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Figura 9. **Antigua disposición del departamento de empaque**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

En la figura 9 se muestra la manera en la que laboraba el departamento de empaque antes de su modificación.

Este cambio se derivó a que se detectó un problema con la carga que poseía la pila, ya que los niveles de rechazo si incrementaron debido a que el proceso de producción era directo la pila producida se iba empacando, luego de analizar las posibles causas se llegó a la conclusión que se necesitaba reposar la pila, y por requerimiento del departamento de calidad se decidió que la pila se tenía que dejar 5 días en reposo para que la mezcla reaccionara al 100 % y generara el voltaje deseado lo que llevó a dividir en dos partes el departamento de empaque, la primera donde se termina la pila y se acumula en bandejas de 145 pilas para que posteriormente pase al reposo o a lo que se le llama envejecimiento.

Figura 10. **Tarima de pila para envejecimiento**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

En la figura 10 muestra una tarima de pilas para ser almacenada en el envejecimiento.

La segunda parte es el empaque final al cual llega la pila después de estos 5 días para ser depositada en bandejas en las diferentes presentaciones de 24, 20 y 12 unidades, para ser empacadas en cajas de cartón corrugado para su transporte. Y como en todo cambio siempre se necesitan ajustes para llegar a ser eficientes, por lo cual en el presente proyecto se desarrolló un plan de mejora continua para esta parte del departamento. Este proceso se puede analizar de manera visual en el diagrama de flujo en la figura 12.

Como en todo proceso de mejora el punto de partida para iniciar las modificaciones es contar con una base, la cual debe ser alimentada por la información histórica que sirva como referencia y a partir de esta arrancar para conocer los puntos fuertes y los que son potenciales para aplicar las mejoras (puntos débiles).

La información que maneja la empresa con respecto a medición de sus procesos es el índice de eficiencia diaria, el cual se realiza con datos que el supervisor del departamento obtiene del recuento del total de producción, el cual se mide con el personal involucrado y el tiempo que se necesita para llegar a esa cifra en un turno normal o turno, más horas extras (datos de eficiencias promediadas mensualmente mostrados en la tabla V).

También cuentan con un sistema de hojas de control de embandejado que llenan los operarios en esta estación y en las cuales se hacen anotaciones sobre la producción recabada cada media hora, para ello cada embandejadora cuenta con un contador de bandejas producidas, y si llega a existir un paro se anota indicando las fallas que se dan durante ese periodo, conocer el alcance y la frecuencia de la misma y el tiempo que duró para que de esta forma proporcionar la información necesaria para los mantenimientos correctivos y preventivos y mantener las máquinas en óptimas condiciones de trabajo.

Figura 11. Hoja de control de embandejado y fallas mecánicas

Fuente: Empaque Rayovac Guatemala S.A. *Supervisión departamento de empaque.*

Actualmente es un proceso lineal en el cual se lleva la pila a granel en charolas provenientes del envejecimiento y se depositan a la banda

transportadora por medio de 2 máquinas desembulkadoras, las cuales depositan las baterías en la banda donde se realiza la primera inspección para separar pilas sucias, con el sello mal colocado o sin sello y con traslape de blindaje para luego pasar a las probadoras, las que realizan la prueba eléctrica, en este paso se apartan las pilas que no cumplen con el voltaje requerido, las pilas rechazadas se dejan reposar por 30 días, cumplido este tiempo de nuevo se hace pasar por la prueba eléctrica al no superar esta 2da prueba se desecha para su trituración porque ya no pueden ser distribuidas para su venta, ya que no sería un producto de calidad para el consumidor.

Al pasar la prueba eléctrica cumpliendo con el voltaje deseado pasa a otro transportador que las lleva a las embandejadoras actualmente se cuenta con 4 manuales para 12, 20 y 24 unidades, 2 semiautomáticas para 24 unidades y 2 igualmente semiautomáticas para 20 unidades, las cuales depositan las pilas en sus respectivas bandejas de cartón para luego colocarles su envoltura de plástico termoencogible, se hace pasar por hornos (el departamento cuenta con 5 hornos) para ser encogido.

Finalmente llega al último transportador que lleva las bandejas a la estación de llenado un proceso 100 % manual en el cual los operarios depositan el producto en su caja master de cartón corrugado para las presentaciones de 240, 288 y 480 pilas esta caja es sellada con pegamento de cola blanca y cinta adhesiva para garantizar que lleguen completas al proveedor para su comercialización.

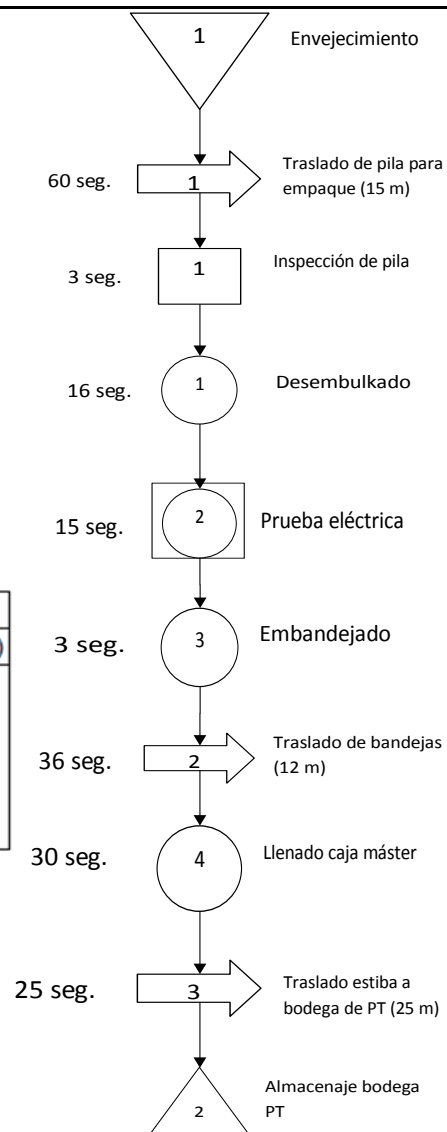
Básicamente esas son las actividades que se desarrollan diariamente en el departamento y por ende depende de la buena calidad de la pila proveniente de los departamentos anteriores, ya que es en estos donde sufre la mayoría de sus defectos por los cuales se desechan y que incurren en reprocesos de

bandejas, ya que al contener una pila en mal estado se debe quitar su envoltura cambiar la pila mala y volver a pasar por la máquina selladora y horno.

Figura 12. Diagrama de flujo de proceso departamento de empaque
Rayovac Guatemala S.A.

Empresa:	Rayovac Guatemala S.A.	Proceso:	Empaque de pilas
Departamento:	Empaque final	Fecha:	Mayo 2014
Realizado por:	Daniel González	Pagina:	1 de 1
Título:	Diagrama de operaciones del proceso de empaque de pilas de zinc-carbón		

CUADRO RESUMEN			
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (m)
Operaciones	4	64	52
Transportes	3	121	
Inspecciones	1	3	
Almacenamiento	2	0	
TOTAL	10	188	



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2007.

La figura 12 se presenta el diagrama de flujo del proceso para el empaque final de la pila Rayovac.

Después de que se realizó el diagrama se pudo verificar que es un proceso simple con pocas actividades pero con mucho potencial para mejorar, este se analizó y estudio para determinar los puntos que se deben mejorar y se determinó que son las fallas mecánicas que se deben evitar o reducir los paros por reparaciones, organizar un sistema de rotaciones optimo, ordenar el departamento aplicando la metodología 5's ya que se cuenta con muy poco espacio, crear índices de desperdicio y embandejamiento con detalle de fallas mecánicas, creación de manuales de operación y lubricación del equipo además de modificación y creación de nueva maquinaria todos estos datos se describen en los incisos siguientes.

Los datos obtenidos están basados en estudios de desperdicios, tiempos de embandejado, reprocesos y además la creación de un diagrama de causa-efecto (ver figura 14) que indica las causas de rechazo de las pilas con el fin de crear una propuesta y a la vez una base para la creación de nuevos índices por parte de la supervisión que ayuden al aumento de la eficiencia del departamento.

Actualmente la supervisión del departamento no cuenta con un sistema de control para el desperdicio que se genera de materiales que se utilizan en el proceso. Para este fin se creó una hoja con un formato en el que se hace un recuento diario para luego sacar un dato semanal de los insumos utilizados que son bandeja de cartón, caja master de cartón corrugado y plástico termoencogible.

El estudio se realizó con el método de observación directa para la recolección de datos en el proceso y para garantizar que estos fueran lo más real posible, el estudio se desarrolló durante un mes para el cual se contó con el apoyo del supervisor quien asignó a un operario encargado de realizar dicho conteo de los materiales al final de cada turno y anotarlo en la hoja de control de desperdicio.

A continuación se presentan los datos tabulados obtenidos de la información proporcionada por el operario a través de la hoja de control, la cual muestra en unidades las bandejas y las cajas de cartón y el termoencogible en kilogramos. Cabe destacar que todos materiales no se desechan como basura común, la empresa cuenta con un sistema de recolección y separación de cada tipo de desecho para su respectivo reciclaje. Lo que se buscó con este análisis es disminuir todos esos materiales que no son aprovechados eficientemente y que solo generan un costo para la empresa.

Tabla I. Datos de desperdicios

Control cantidad de desperdicio diario			
	Cantidad de bandeja (# band)	Cantidad de caja (# cajas)	Cantidad de termoencogible (kg)
Lunes	39	8	1,4
Martes	41	11	1,2
Miércoles	29	13	1
Jueves	113	7	1,5
Viernes	35	8	1,2
Sábado	45	9	1,1
Total semana	302	56	7,4

Continuación de la tabla I.

Lunes	112	10	1
Martes	101	9	1,6
Miércoles	42	11	1
Jueves	52	8	1,8
Viernes	44	9	1
Sábado	36	11	1,2
Total semana	387	58	7,6
Lunes	56	8	1,2
Martes	48	13	1,5
Miércoles	90	9	1,9
Jueves	74	7	1,2
Viernes	36	10	1,7
Sábado	0	0	0
Total semana	304	47	7,5
Lunes	92	8	1,4
Martes	74	10	1
Miércoles	32	24	1
Jueves	35	24	1,2
Viernes	42	9	1,2
Sábado	28	12	1
Total semana	303	87	6,8
Lunes	42	14	1,1
Martes	58	18	1,2
Miércoles	64	8	1
Total semana	164	40	3,3

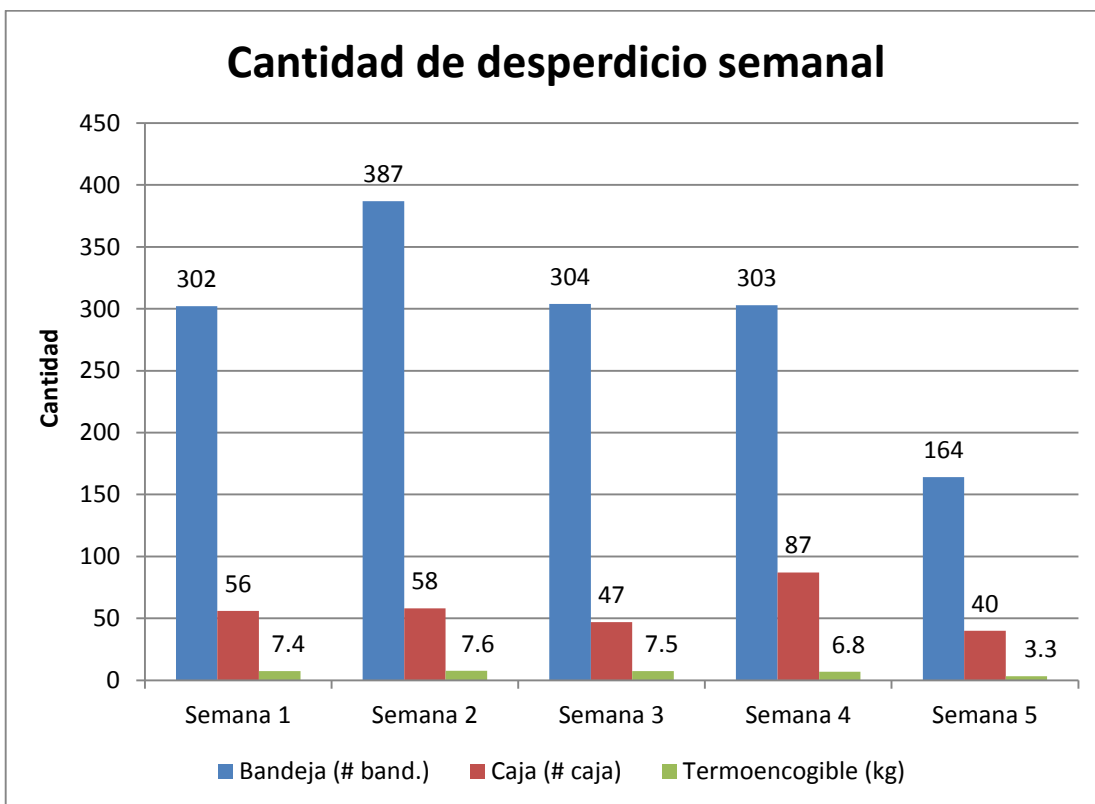
Fuente: elaboración propia.

Los datos recabados de la tabla I fueron entregados al supervisor para ser examinados e identificar las causas o los puntos del proceso en los cuales se dan estos defectos y crear un plan de acción para tratar de reducir o eliminar

los desperdicios, en el cual se logró observar que son las bandejas de cartón en las que se depositan las pilas las que están en primer lugar, seguido de las cajas de cartón corrugado y por último el termoencogible.

Las posibles causas que se identificaron fueron: la mala calidad de la bandeja proveniente de los proveedores, mala manipulación y por último y no menos importante defectos causados por desajustes en la máquinas embandejadoras y selladoras.

Figura 13. **Cantidad de desperdicio por semana**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica de la figura 13 representa el insumo que más genera desperdicio dentro del proceso (datos tabla I) que son las bandejas de cartón.

De igual manera por observación directa en el proceso y con la base en el muestreo de aceptación con inspección al 100 % en el que consiste en revisar todos los artículos del lote y quitar los que no cumplan con las características de calidad establecidas. Los que no cumplen podrían devolverse al proveedor, reprocesarse o desecharse estos dos últimos son los que se dan en el departamento. La inspección al 100 % se utiliza en aquellos casos en los que si pasan productos defectuosos pueden causar gran pérdida económica.

Se realizó el estudio de la medición de la cantidad de reprocesos que se generan por defectos en el empaque (bandeja rechazada) estos se deben por diversas causas como lo son defectos en pilas (sucias, dañadas, sin sello, con sello levantado), termoencogible (roto, mal pegado, flojo), bandejas dobles y bandejas dañadas todo esto implica un desperdicio de materiales, ya que de tener alguno de estos defectos se debe cambiar el empaque reprocesándolo para cumplir con los estándares de calidad requeridos para la distribución y venta del producto.

Para efectos de que el conteo proporcione información útil, la toma de datos se dividió en tres categorías: defecto por proceso, por pila y en el empaque. En estas tres están incluidos los defectos anteriormente descritos.

A continuación se muestra la tabla II con los datos tabulados obtenidos de tres tomas realizadas una por día y con duración de una hora y en distintas horas durante el turno para corroborar que no son datos puntuales que se generen por una variable temporal y que son provocados por causas que se pueden considerar más constantes. Para la toma de esta información se apoyo

con un formato que se puede visualizar en el anexo 2 el cual enlista los distintos efectos que se presentan.

Tabla II. **Datos de defectos en empaque final**

Defectos empaque final		
Toma 1	Defecto por proceso	31
	Defecto de pila	89
	Defecto en el empaque	70
pToma 2	Defecto por proceso	25
	Defecto de pila	65
	Defecto en el empaque	13
Toma 3	Defecto por proceso	26
	Defecto de pila	59
	Defecto en el empaque	85

Fuente: elaboración propia.

Después de tabular en la tabla II los datos obtenidos de la clasificación y conteo de bandejas rechazadas (anexo 2) se puede observar que la mayor cantidad de reprocesos se da debido a pilas defectuosas, derivado de la inspección deficiente ya que la pila se inspecciona en la banda antes de la prueba eléctrica y durante el embandejado el operario realiza una revisión

rápida ya que por los altos volúmenes de pilas en las bandas hace imposible revisar una a una lo que causa que pasen defectuosas hasta el empaque final. Para reducir este efecto se hace la observación de realizar revisiones diarias y los ajustes necesarios a la maquinaria en otros departamentos, basados en sus respectivas rutinas de mantenimiento ya que esta medida se considera la más viable y económica, otra propuesta es aumentar la cantidad de operarios para esta actividad o la implementación de un sistema automatizado para la revisión de la pila, estas dos sería necesario la realización de un estudio económico para corroborar la viabilidad y no que se conviertan en un costo que eleve el valor de la pila, ya que se debe evaluar el costo de contratar más personal y de adquirir un sistema de alta presión ya que el volumen de producción asciende en promedio a las 400 000 pilas al día. Las otras dos causas detectadas son más sencillas de controlar, ya que se pueden reducir a través de cumplir con las rutinas de mantenimiento y realizar los ajustes y reparaciones en la maquinaria que realizan el empaque.

La recomendación para los supervisores de cada área es hacerle ver a los operarios la importancia para el proceso que realicen de manera eficaz su trabajo y que estén lo más concentrados posibles en los momentos en que les toca revisar la pila para tratar de disminuir esta causa.

Analizando el diagrama de flujo de proceso en la figura 12 y tomando en cuenta las velocidades con que las máquinas operan dentro del departamento de empaque se observa que el cuello de botella de la línea se encuentra en el área de embandejado, ya que en esta parte del proceso es donde depende el traslado de la pila que viene de la prueba eléctrica y llega en sus respectivas bandejas al llenado de caja master, por esta razón se tomaron estas máquinas para el estudio, ya que si se logra aumentar la eficiencia de embandejamiento daría como resultado un aumento en la producción y por ende la productividad

del departamento. El objetivo primordial de este análisis es identificar las causas que provocan ineficiencia en el proceso de embandejado para atacarlas buscando la solución más adecuada.

Para efectos de estudio se tomaron únicamente las embandejadoras manuales porque son las que tienen mayor variación en su producción, ya que las semiautomáticas trabajan de manera más constante como se muestra en los resultados del diagrama hombre-máquina realizado a la embandejadora automática en la cual se busco conocer la operación y las actividades del operador como también conocer si se esta sobrecargado o si cuenta con tiempos de descanso, estos datos se pueden observar de mejor manera en la tabla XXI y XXIII y da un tiempo efectivo de operación de 45 min (85,83 %) de un total de 53 minutos que duro el estudio.

La toma de tiempos se realizó por observación directa apoyado con un cronometro y un formato de casillas donde se anotó hora, número de máquina y las causas que se observaron que causan pérdidas en los tiempos de embandejado, se realizó durante dos días en el área tomando una hora como unidad de medida para la muestra examinando dos máquinas por día, se realizó en horarios distintos para corroborar que no son causas atribuibles a una sola variable. En la tabla III se muestran los datos recabados ya ordenados y tabulados de la toma de tiempos en la que se especifica cada pérdida de tiempo, la causa que lo provoca su tiempo de duración para obtener el tiempo total en minutos que no son efectivos durante la hora medida, para obtener la eficiencia operacional de cada máquina con respecto al tiempo operado.

Tabla III. Tiempos de embandejado

DEPTO. DE EMPAQUE			
Área	Embandejadoras		
PILA	Rayovac	PILA	Rayovac
HORA	9:10 AM	HORA	11:00 AM
TIEMPO OPERADO	60 minutos	TIEMPO OPERADO	60 minutos

Máquina 1		Máquina 2	
CAUSAS	Tiempo de paro (min)	CAUSAS	Tiempo de paro (min)
Termoencogible cambio/ajuste	0:00,00	Termoencogible cambio/ajuste	0:00,00
Rotación de puesto	2:26,75	Rotación de puesto	16:09,17
Paro faja llena (hornos)	0:00,00	Paro faja llena (hornos)	0:00,00
Cambio de pila	15:41,15	Cambio de pila	0:00,00
No hay operario	7:28,21	No hay operario	5:15,33
No tiene bandeja	1:16,50	No tiene bandeja	0:00,00
Problemas con pila	2:01,10	Problemas con pila	0:00,00
TOTAL	28:53,71	TOTAL	21:24,50

Continuación de la tabla III.

PILA	Rayovac	PILA	Rayovac
HORA	8:00 AM	HORA	8:00 AM
TIEMPO OPERADO	60 minutos	TIEMPO OPERADO	60 minutos

Máquina 3		Máquina 4	
CAUSAS	Tiempo de paro (min)	CAUSAS	Tiempo de paro (min)
Termoencogible cambio/ajuste	1:33,35	Termoencogible cambio/ajuste	3:37,49
Rotación de puesto	32:19,52	Rotación de puesto	9:47,52
Paro faja llena (hornos)	0:00,00	Paro faja llena (hornos)	0:00,00
Cambio de pila	0:00,00	Cambio de pila	0:00,00
No hay operario	0:00,00	No hay operario	1:10,91
No tiene bandeja	0:00,00	No tiene bandeja	0:00,00
Problemas con pila	0:00,00	Problemas con pila	0:38,87
TOTAL	33:52,87	TOTAL	15:14,79

Fuente: elaboración propia.

En la tabla IV se muestra de manera resumida los datos tabulas de las causas que provocan pérdidas de tiempo en la operación de embandejado, se destacan los tiempos perdidos, la eficiencia operacional por máquina (tiempo efectivo de trabajo) y lo más importante la cantidad de pilas que se dejan de empacar en una hora de producción.

Tabla IV. **Resumen de tiempos perdidos**

	Tiempo perdido (min)	Tiempo de análisis (min)	Tiempo efectivo (min)	Eficiencia operacional (%)	Pilas sin empacar (#)
Embandejadora 1	29	60	31	51,67	13 920
Embandejadora 2	22	60	38	63,33	10 560
Embandejadora 3	34	60	26	43,33	16 320
Embandejadora 4	16	60	44	73,33	7 680
Total					48 480

Fuente: elaboración propia.

La tabla IV es un resumen de la toma de tiempos en la cual se evidencia que ninguna de las 4 embandejadoras supera el 75 % del tiempo de operación lo cual genera una gran pérdida ya que se dejan de empacar en promedio 48 480 pilas por hora. Otro dato importante que vale la pena destacar es que el tiempo perdido es en menor proporción causado por fallas mecánicas ya dentro de las causas enlistadas en la tabla III, no se encontró ninguna que sea atribuible a problemas en el funcionamiento de las máquinas la mayor parte es por acciones del personal y por malos procedimientos, evidenciado con el apoyado del estudio de tiempos perdidos por la toma de bandejas presentado en la tabla XVII también por ejemplo, cuando existe un cambio de presentación y problemas con defectos en las pilas los cuales ya se muestran en el diagrama de causa-efecto de la figura 14.

Con base en todos los datos que se obtuvieron y posteriormente se analizaron se planteó una serie de propuestas de mejoras para el departamento con la creación de índices, ajustes en los procesos, mejoras en el equipo o cumplir con su mantenimiento preventivo para de esta manera aumentar su eficiencia.

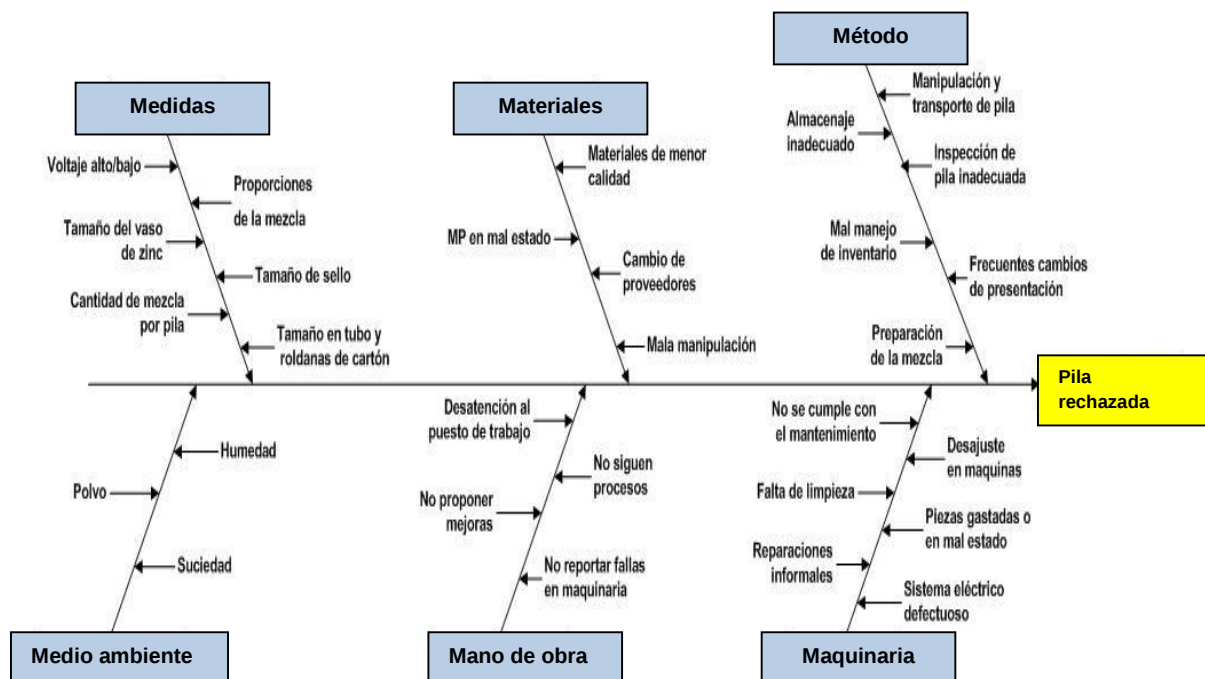
Incluido en los datos de defectos de empaque se tiene como primera causa que implica realizar un reproceso, los defectos inherentes a las pilas ya que se debe a esta ya sea porque viene dañada, sucia, entre otras, de los departamentos anteriores y debido a que en la banda transportadora van miles de pilas como se mencionó anteriormente, hace de la inspección una actividad difícil de optimizarla ya que es realizada por un operario en uno de los extremos de la banda y cuando las pilas con defectos van en medio de las otras no se puede observar y por ende separada para evitar que llegue al empaque final los operarios de probadoras y embandejadoras contribuyen con la inspección de las pilas que pasan pero de igual manera debido a la velocidad de las máquinas llegan a pasar igualmente pilas con problemas.

Hasta que las bandejas llegan al llenado de caja master que es cuando se hace la última inspección y de esta manera se logra identificar alguna pila mala se separa y es acá donde se genera el reproceso y desperdicio de materiales, porque hay que quitar el nylón termoencogible, cambiar la pila mala o algún otro defecto descrito anteriormente. Para luego pasar de nuevo la bandeja por la máquina *conflex* (máquina que coloca el nylón) y por el horno para ser termoencogido consumiendo tiempo, energía eléctrica, nylón que son insumos que se pueden aprovechar de mejor manera reduciendo previamente los defectos y los costos ligados a estos.

Como apoyo y propuesta para la mejora del departamento se realizó un diagrama de causa-efecto con el objetivo de apoyar a identificar y enumerar las causas por las que las pilas pueden ser rechazadas y atacar los problemas de raíz en el departamento correspondiente y así retroalimentar y apoyar a los supervisores de los departamentos anteriores al empaque.

Lo que se pudo determinar al realizar el diagrama es que la mayoría de las causas que afectan a la pila se dan en los departamentos previos y repercuten en el empaque, ya que debido al tipo de proceso cada departamento crea una parte de la pila y al no ser detectado a tiempo el defecto sigue hasta llegar al empaque, todo esto derivado de malas prácticas en los procesos, máquinas desajustadas, materiales de mala calidad y sobre todo y el más importante es la inspección en cada área la cual esta más a la mano de cada supervisor mejorar el sistema, ya que los desajuste y reparaciones de maquinaria van al departamento de mantenimiento y la calidad de los insumos al departamento de compras y calidad que da el visto bueno para su compra.

Figura 14. **Diagrama causa-efecto para la pila rechazada**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2007.

La figura 14 muestra el diagrama de causa-efecto en el cual se enlistan las posibles causas por las que las pilas son rechazadas debido algún defecto de manufactura, evaluando cada uno de los elementos, basándose en la metodología de las 6M's.

2.1.1. Histograma, diagrama de Ishikawa

Fundamentado en la definición de lo que es un histograma se realizó el diagrama por medio de un estudio de simple observación directa al proceso productivo para conocerlo de manera más profunda y poder indagar en el funcionamiento de la maquinaria instalada y disponible para identificar puntos deficientes en la línea y las mejoras aplicables.

Con apoyo de todos los datos anteriores y con la observación general que se realizó, se decidió crear una base fundamentada en información generada de uno de los índices que lleva la empresa para controlar el proceso, de esta manera se hizo una recopilación de datos históricos que proporcionarán la información de la situación en la que se encontraba el departamento y utilizarla como punto de partida y que ayude a evaluar si el plan de mejora continua cumplió con lo planteado.

Actualmente el índice que maneja la empresa y como tal el departamento es de eficiencia diaria basada en la producción y los datos teóricos de cantidad de pilas embandejadas y desembulkadas tomando lectura cada media hora y al final del turno el promedio de estas da la eficiencia diaria llevando un registro en una hoja electrónica (ver anexo I).

Con el apoyo del supervisor del departamento quien proporcionó los datos de la hoja electrónica de control de producción diaria, se determinó la

eficiencia de los meses previos al inicio del proyecto. Para efectos del estudio dichos datos se recopilaron a los cuales se calculó su promedio mensual presentándose de manera resumida en la tabla V y figura 15, esto para no saturar de información el presente trabajo de graduación.

De la información importante que se recabo se logró visualizar que la eficiencia de estos meses no supera el 60 %, lo cual se considera demasiado bajo para un proceso productivo el cual indica que si es necesario aplicar mejoras para tratar de aumentar la eficiencia.

En la tabla V se tabularon de manera resumida por mes los datos de las eficiencias diarias llevadas por el supervisor del departamento, como se mencionó con anterioridad apoyado en la hoja electrónica de Excel que se puede observar en el anexo 1.

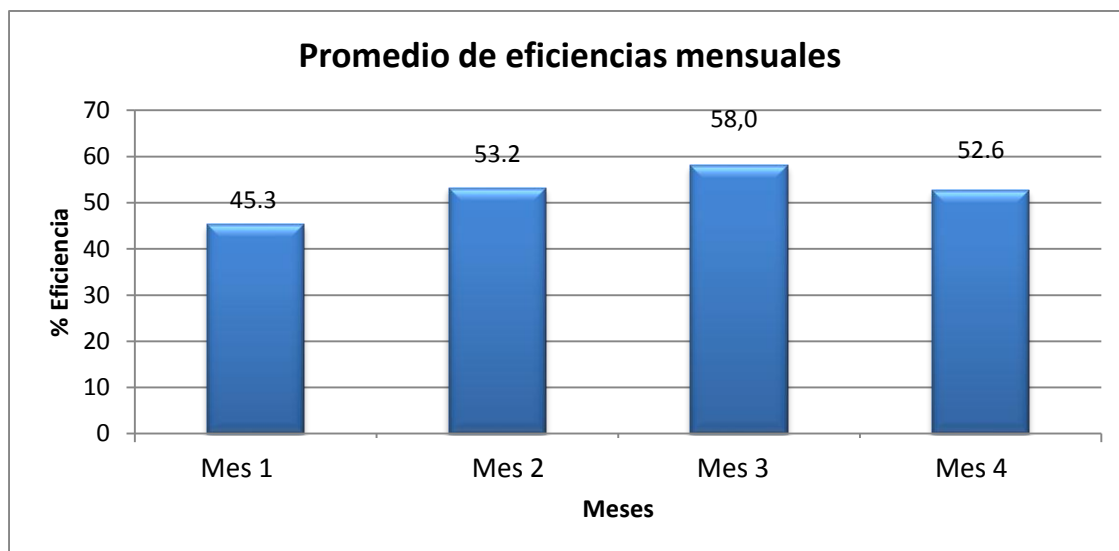
Tabla V. **Promedio de eficiencias de los meses previos al desarrollo del proyecto**

Mes	Promedio eficiencia mensual (%)
Mes 1	45,3
Mes 2	53,2
Mes 3	58,0
Mes 4	52,6
Promedio	52,27

Fuente: elaboración propia.

La tabla V muestra las eficiencias mensuales en la que podemos observar un promedio del 52,27 % de eficiencia en el proceso de empaque.

Figura 15. **Histograma para el promedio de eficiencia de los meses previos al desarrollo del proyecto**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se mostró el comportamiento que tuvo la eficiencia durante los meses previos al inicio del proyecto de EPS.

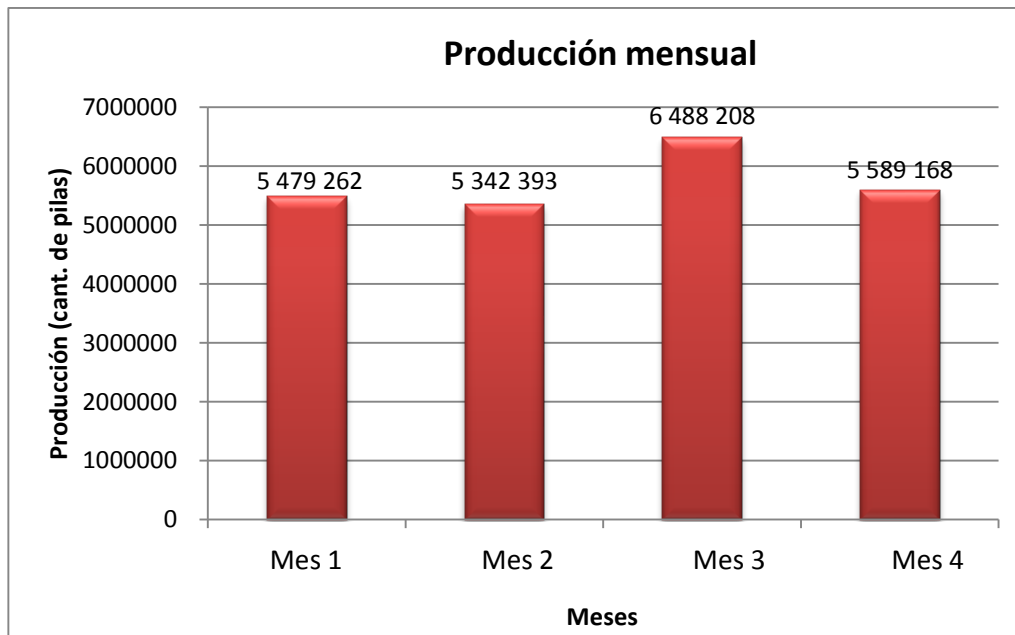
Otro data recopilado y tabulado de la hoja electrónica (anexo 1) también útil para la evaluación del estado del departamento es el promedio de la producción diaria resumida de manera mensual para los efectos del diagnóstico se muestran de igual manera en la tabla VI y figura 16.

Tabla VI. **Promedio de producción para los meses previos al desarrollo del proyecto**

Mes	Producción (# pilas)
Mes 1	5 479 262
Mes 2	5 342 393
Mes 3	6 488 208
Mes 4	5 589 168
Promedio	5 724 758

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Histograma de producción para los meses previos al desarrollo del proyecto**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se observa la gráfica de los datos de producciones promedios mensuales, acá se logra ver el volumen de producción (promedio arriba de los 5 millones) y se respalda lo que se describió anteriormente que es un problema para realizar una inspección efectiva.

Como idea principal del proyecto se enfoca en la mejora continua del departamento de empaque en la fábrica de pilas de zinc carbón (Zn-C) Rayovac Guatemala S.A., en el plan se incluyen propuestas para mejorar el proceso productivo en general, creación de nuevos índices de control y fundamentalmente el ordenamiento del departamento aplicando la metodología 5's y todo esto respaldado con los datos obtenidos del estudio de la situación actual se puede afirmar la eficiencia tomada del índice utilizado por la supervisión que demuestran las causas que provocan que la eficiencia este en niveles bajos y fluctuantes de un mes a otro, porque durante los primeros cuatro meses del años (antes de iniciar el proyecto) se denotó que se tiene una eficiencia media de 52,27 % obtenida de la tabla V en la cual se observan las eficiencias mensuales.

Del lado de producción da un promedio mensual de 5 724 758 pilas dato obtenido de la tabla VI de las producciones mensuales, involucrando 15 operarios en la línea y todo el equipo instalado destinado para el empaque de las pilas. Por esta razón se decidió aplicar el proyecto de EPS a este departamento en específico.

Con base en el estudio de observación directa del proceso y de la obtención de los datos históricos se tomó como apoyo el diagrama de causa-efecto (Ishikawa *lean*) realizado y proporcionado por el supervisor del departamento en donde identifica con base en su experiencia los puntos claves

en los que se pueden aplicar mejoras y que por ende ayudarían al aumento en la eficiencia del departamento.

A continuación se enlistan estas causas que sirvieron de base para la elaboración del diagrama causa-efecto, teniendo como problema fundamental la baja de eficiencia en el empaque.

Causas que provocan baja eficiencia en el departamento de empaque (identificadas por la supervisión del departamento)

- Tiempos perdidos en alimentación de bandeja
 - Poca capacidad en el espacio para bandejas
 - Movimientos innecesarios
 - No hay método establecido en la toma de bandejas (unos operarios tardan más en abastecerse de bandeja).
- Fallas en máquinas
- Pilas trabadas en transportadores y entradas de las máquinas (pérdida de tiempo al reiniciar la máquina).
- Cambio de puestos (rotación)
- Máquinas lentas
- Llenado de las hojas de control de embandejamiento
- Empaque lento

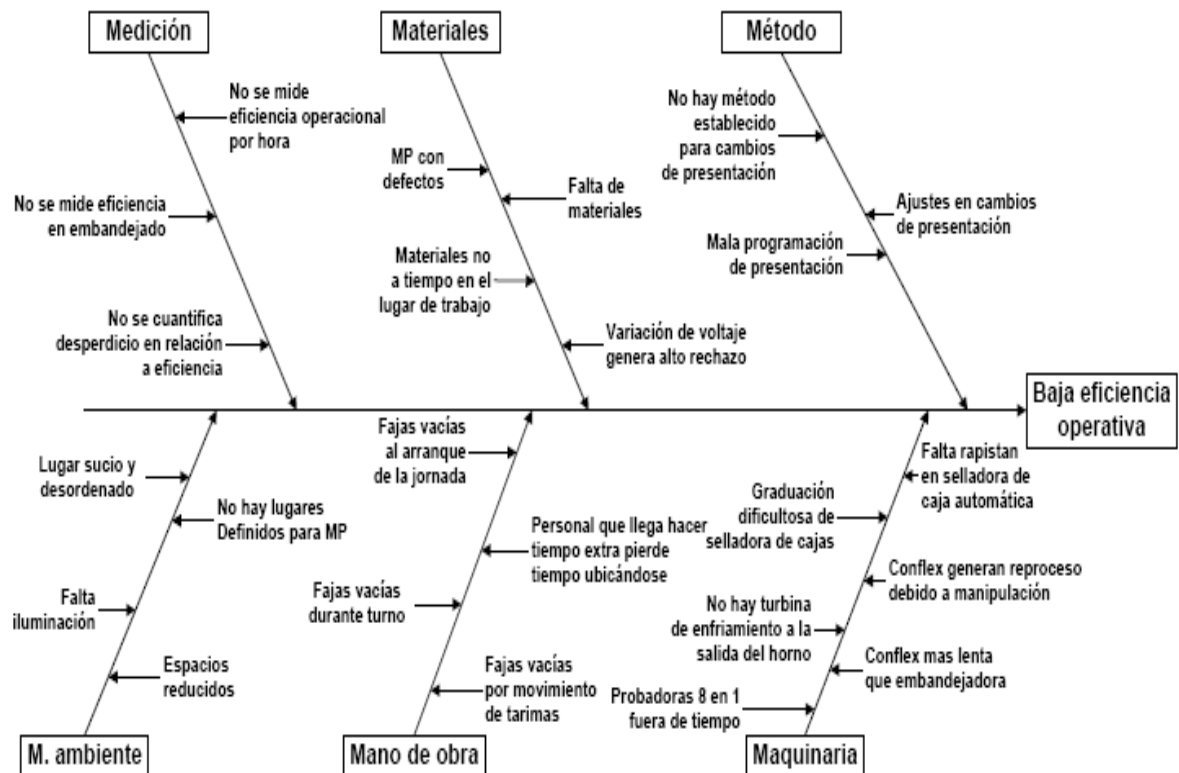
Conjuntamente con el histograma y como una forma de apoyo a este también se desarrolló el diagrama causa-efecto (ver figura 17) que muestra las causas que provocan la baja de eficiencia en el departamento, basado en la definición: diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica da calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista.

En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa es una gráfica en el lado derecho se anota el problema y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y subramas. Por ejemplo, una clasificación típica de las causas potenciales de los problemas de manufactura son las 6M's: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria, medición y medio ambiente.

Un elemento proporcionado por la supervisión como apoyo en la realización del proyecto para atacar las posibles causas que dan como resultado baja eficiencia, es considerado una de las herramientas de ingeniería para la resolución de problemas. Se recopiló la información ya existente de los reportes de supervisión como parte de los datos de apoyo proporcionados por el supervisor, se tabularon los datos históricos para tener un punto de referencia.

Figura 17. Diagrama causa-efecto para baja eficiencia



Fuente: Empaque Rayovac Guatemala S.A. Supervisión departamento de empaque.

El diagrama causa-efecto realizado por el supervisor realizado con base en los estudios realizados basado en el índice de eficiencia diaria (anexo 1) que lleva en el departamento mostrado en la figura 17, el cual tiene como causa raíz la baja eficiencia operacional, en él propone como explicar el porqué de este problema que afecta al departamento, esto se tomó como apoyo ya que brinda una lista de causas basadas en las 6M's que están involucradas en todo proceso y una manera eficaz de estratificar los elementos para una fácil identificación y no indagar en posibles causas que no aporten información necesaria, dentro de las causas se puede destacar la falta de orden dentro del departamento, no hay un método establecido del proceso, falta de índices que

apoyen el control del departamento, entre otras. Sobre estos datos se inicio el planteamiento de las mejoras a aplicar.

Dentro del ramal de medición se hace referencia a que no se cuantifica el desperdicio para esta parte el índice ya fue creado y puesto en marcha según los datos de la tabla I, para el método se hizo un estudio de tiempos en algunas estaciones de trabajo y para medio ambiente se aplicó la metodología 5S`s que se describe en el capítulo 4 de este documento.

Otro indicador que ya poseía el departamento consta de un sistema de hojas de control de embandejado (ver figura 11) el cual esta destinado a los operarios, se debe hacer la anotación de lo que requiere el actual formato que consta de número de índice del operario (identificación), espacio para colocar el valor del contador de producción inicial y final instalado en la embandejadora al iniciar la operación, al final se tiene el espacio para anotar el total de producción se compara con la producción teórica por presentación que se encuentra en las columnas posteriores, también consta con un espacio destinado para la anotación y descripción de paros o fallas de máquinas presentados durante su estancia en el puesto, los datos son recabados cada media hora durante el turno para tener al final del día lo producido por cada embandejado.

Dicha hoja es un apoyo a los indicadores de producción, desempeño de cada operario y registro de fallas en maquinaria, el problema es que no ha logrado su cometido porque se ha dejado de lado por parte de los operarios, ya sea porque es un formato complicado o simplemente lo ven como innecesario y esto dificultando la obtención de una información verídica y de retroalimentación con los encargados de producción y mantenimiento y otra porque no se hace uso de la información recabada ya que estas hojas son archivadas sin darle el

seguimiento adecuado y una de las carencias es que no hay exigencia por parte de los encargados para que se lleve a cabo las anotaciones.

De la poca información recabada en las hojas que se logró disponer se tabularon los datos en ellas con el fin de identificar al operario más eficiente para tomarlo como modelo y estandarizar el puesto de trabajo y para tener un punto de referencia y verificar los puntos de mejora para esta metodología.

De las hojas de control se tomaron los datos de los operarios más constantes y con mejor producción en las embandejadoras siendo estos los operarios con número de índice 1608, 1688, 1695, 1763. Esta herramienta proporcionó información acerca de las fallas que se dan en las máquinas como por ejemplo algo que ya se había comentado en las causas descritas anteriormente que es pila que se atasca en las guías que la transportan de una estación a otra o que se cae en los transportadores y chifles, problemas eléctricos y fallas en las máquinas *conflex* que resultan en problemas con el sellado del plástico termoencogible.

Tabla VII. **Tabulación de hojas control de embandejamiento**

Embandejadora núm. 1		
No.	Índex	Total
1	1 606	220
2	1 606	269
3	1 606	240
4	1 606	440
5	1 606	238

Embandejadora núm. 2		
No.	Índex	Total
1	1 606	350
2	1 606	470
3	1 606	712
4	1 606	323
5	1 606	540

Embandejadora núm. 3		
No.	Índex	Total
1	1 606	103
2	1 606	320
3	1 606	391
4	1 608	560
5	1 608	405

Continuación de la tabla VII.

6	1 606	115
7	1 606	800
8	1 606	400
9	1 606	31
10	1 608	420
11	1 608	171
12	1 608	152
13	1 608	950
14	1 608	586
15	1 608	536
16	1 608	555
17	1 608	727
18	1 623	724
19	1 623	384
20	1 623	500
21	1 623	488
22	1 623	529
23	1 623	833
24	1 623	297
25	1 623	184
26	1 623	246
27	1 623	366
28	1 623	547
29	1 623	822
30	1 623	431
31	1 623	163
32	1 623	310
33	1 663	181

6	1 606	400
7	1 608	438
8	1 608	114
9	1 608	137
10	1 608	250
11	1 608	239
12	1 608	450
13	1 608	600
14	1 608	524
15	1 608	484
16	1 663	356
17	1 663	814
18	1 663	154
19	1 663	400
20	1 663	220
21	1 663	174
22	1 663	159
23	1 683	303
24	1 688	400
25	1 688	400
26	1 688	409
27	1 688	500
28	1 688	421
29	1 688	3
30	1 695	361
31	1 695	300
32	1 695	430
33	1 701	350

6	1 608	430
7	1 608	447
8	1 608	295
9	1 608	496
10	1 608	407
11	1 608	424
12	1 608	460
13	1 608	550
14	1 608	633
15	1 623	255
16	1 623	615
17	1 623	415
18	1 623	274
19	1 663	274
20	1 663	349
21	1 683	513
22	1 688	450
23	1 688	271
24	1 688	463
25	1 688	230
26	1 695	275
27	1 701	247
28	1 701	283
29	1 701	480
30	1 701	590
31	1 701	406
32	1 701	297
33	1 701	413

Continuación de la tabla VII.

34	1 663	322
35	1 663	295
36	1 683	554
37	1 683	556
38	1 683	339
39	1 688	446
40	1 688	402
41	1 688	900
42	1 695	167
43	1 695	231
44	1 695	347
45	1 695	297
46	1 695	390
47	1 701	336
48	1 701	180
49	1 701	223
50	1 701	335
51	1 701	309
52	1 757	373
53	1 757	200
54	1 757	441
55	1 757	519
56	1 757	304
57	1 757	484
58	1 757	208
59	1 757	145
60	1 757	340
61	1 757	424

34	1 701	762
35	1 701	337
36	1 701	286
37	1 701	260
38	1 701	175
39	1 757	650
40	1 757	407
41	1 757	253
42	1 757	342
43	1 757	250
44	1 757	184
45	1 757	171
46	1 757	421
47	1 757	239
48	1 763	400
49	1 763	460
50	1 763	434
51	1 763	499
52	1 763	480
53	1 763	192
54	1 767	357
55	1 767	90
56	1 767	240
57	1 767	430
58	1 767	186
59	1 767	188
60	1 767	370
61	1 767	390

34	1 757	278
35	1 757	237
36	1 757	145
37	1 763	320
38	1 763	526
39	1 763	504
40	1 763	603
41	1 767	110
42	1 767	90
43	1 767	595
44	1 767	37
45	1 767	215
46	1 767	279
47	1 767	360
48	1 767	380
49	1 767	340
50	1 767	314

Continuación de la tabla VII.

62	1 757	500
63	1 757	229
64	1 757	100
65	1 757	522
66	1 757	987
67	1 757	172
68	1 757	315
69	1 763	345
70	1 763	341
71	1 763	431
72	1 763	452
73	1 763	863
74	1 763	447
75	1 763	610
76	1 763	376
77	1 763	344
78	1 763	464
79	1 763	531
80	1 763	901
81	1 763	412
82	1 763	213
83	1 763	94
84	1 767	176
85	1 767	333

Fuente: elaboración propia.

Otro dato que se logró destacar de la poca información anotada en las hojas de control después de su tabulación se estratificó la cantidad de

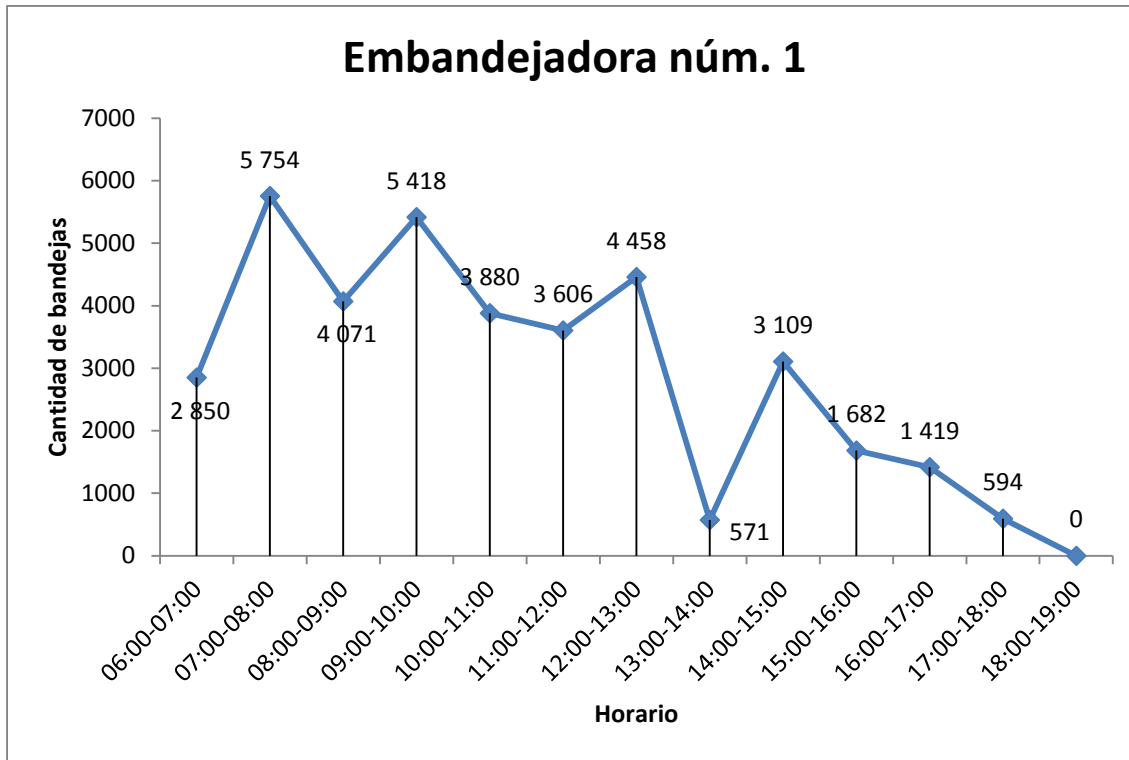
embandejado por hora, según el horario de la jornada, con el objetivo de conocer el comportamiento del nivel de producción y la repercusión del cansancio en los operarios en la misma para una mejor percepción de los datos se realizaron gráficas en las que se muestra el comportamiento del embandejamiento según el horario de la jornada, denotando claramente que conforme la jornada transcurre se logra evidenciar una disminución en la cantidad de pilas empacadas causa atribuible al cansancio ya que en los horarios después del medio día que se aprecia la baja de producción.

Tabla VIII. **Datos de embandejamiento máquina núm. 1**

Embandejadora núm. 1	
Cantidad bandejas	Horario
2 850	06:00-07:00
5 754	07:00-08:00
4 071	08:00-09:00
5 418	09:00-10:00
3 880	10:00-11:00
3 606	11:00-12:00
4 458	12:00-13:00
571	13:00-14:00
3 109	14:00-15:00
1 682	15:00-16:00
1 419	16:00-17:00
594	17:00-18:00
0	18:00-19:00

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Embandejamiento por horario emb. núm. 1**



Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Datos de embandejamiento máquina núm. 2**

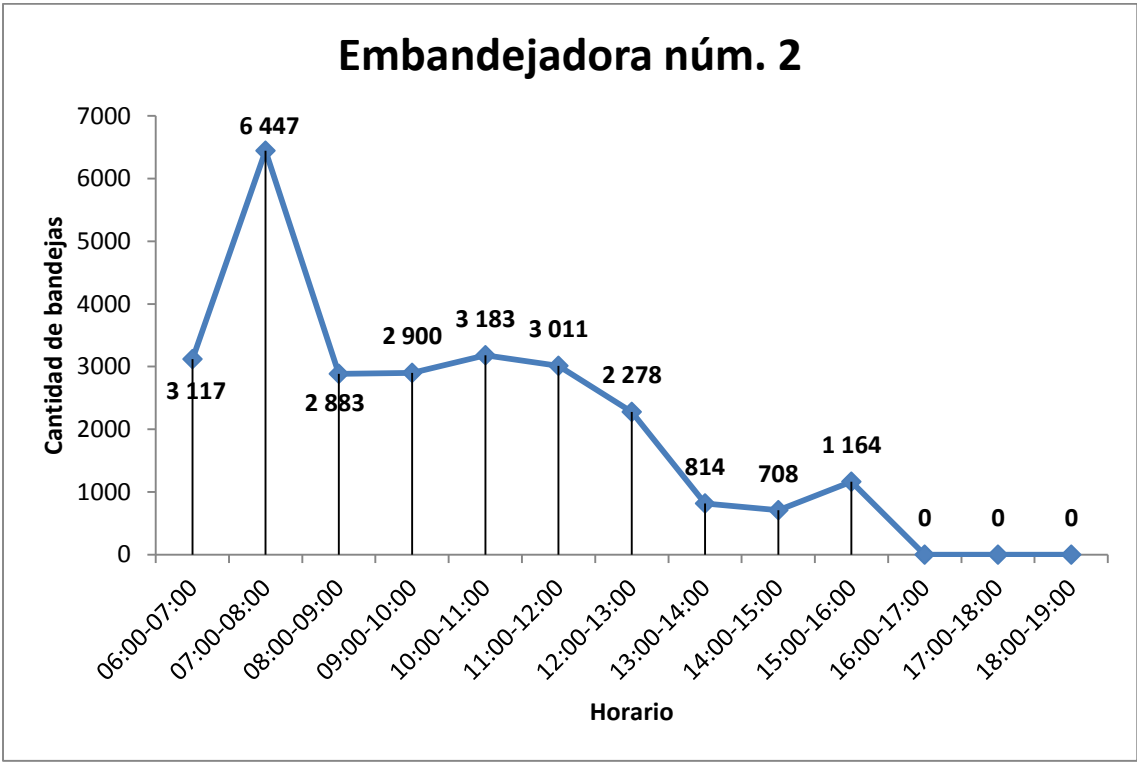
Embandejadora núm. 2	
Cantidad bandejas	Horario
3 117	06:00-07:00
6 447	07:00-08:00
2 883	08:00-09:00
2 900	09:00-10:00
3 183	10:00-11:00
3 011	11:00-12:00

Continuación de la tabla IX.

2 278	12:00-13:00
814	13:00-14:00
708	14:00-15:00
1 164	15:00-16:00
0	16:00-17:00
0	17:00-18:00
0	18:00-19:00

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Embandejamiento por horario emb. núm. 2**



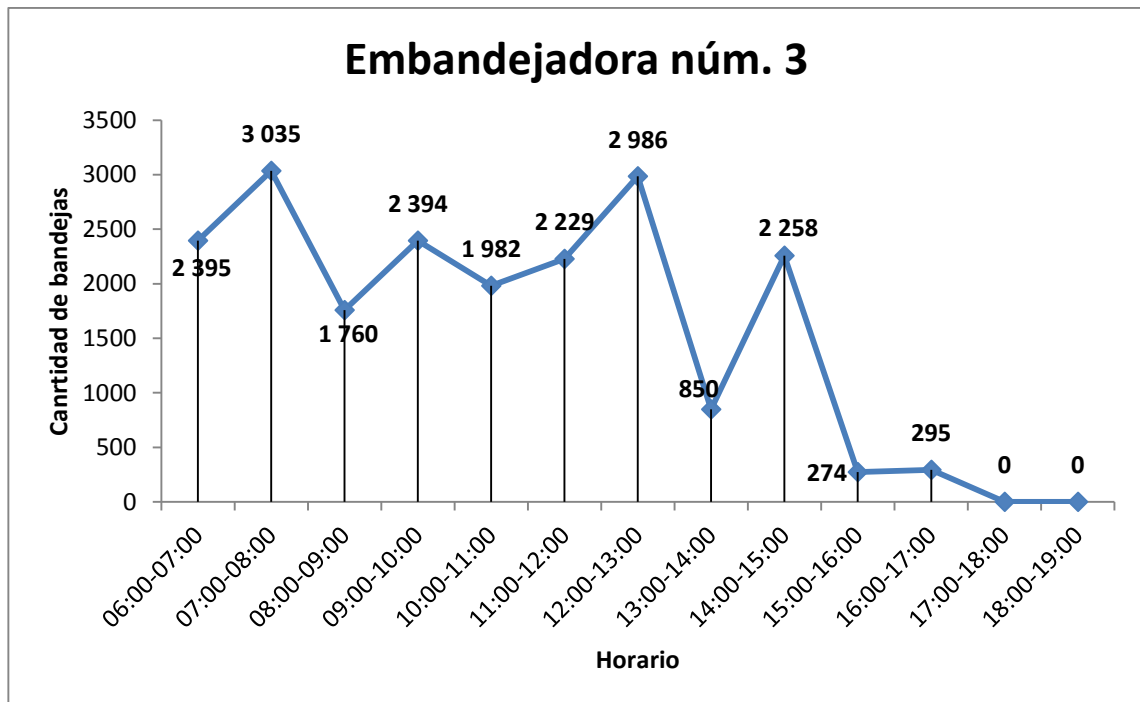
Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Datos de embandejamiento máquina núm. 3**

Embandejadora núm. 3	
Cantidad bandejas	Horario
2 395	06:00-07:00
3 035	07:00-08:00
1 760	08:00-09:00
2 394	09:00-10:00
1 982	10:00-11:00
2 229	11:00-12:00
2 986	12:00-13:00
850	13:00-14:00
2 258	14:00-15:00
274	15:00-16:00
295	16:00-17:00
0	17:00-18:00
0	18:00-19:00

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Embandejamiento por horario emb. núm. 3**



Fuente: elaboración propia.

Las figuras 18, 19 y 20 muestran la tendencia a la baja de la producción según transcurre la jornada laboral.

Siguiendo con el análisis del proceso y dando seguimiento a los datos anteriores cabe destacar que los operarios durante la jornada o turno de trabajo cuentan con tres periodos de receso, los cuales se pueden considerar como otra causa que se puede atribuir la disminución de la cantidad de embandejamiento en ciertas horas. Estos horarios con los que cuentan son:

- 08:15-08:30 periodo de refacción
- 11:15-11:30 periodo para ir al baño

- 13:00-13:30 periodo de almuerzo

La jornada inicia a las 6:00 hrs y finaliza a las 14:00 hrs teniendo 7 horas de trabajo efectivo contando con horas extras según la necesidad que tenga el departamento para cumplir con los pedidos requeridos por el departamento de producción.

2.1.2. Definición del problema

Los desperfectos mecánicos en la maquinaria (no realiza bien la prueba de voltaje, la pila detiene la máquina por cambiar de posición, entre otros), representan un costo para la empresa, ya que son insumos que se dejan de aprovechar efectivamente como lo son materiales, mano de obra, electricidad, entre otros.

La causa principal de los defectos, fallas o paros se atribuye debido al mal diseño o desgaste por la antigüedad de la maquinaria en la cuales la pila tiende a perder su posición de entrada desde la banda transportadora, ocasionando que quede obstruyendo el paso de las demás o ingrese de mala forma a la máquina, provocando defectos como arrugas, abolladuras, que coloquen mal el termoencogible o materiales que han cambiado de proveedor no tienen la misma calidad, esto se apoya con los datos de la cantidad de desperdicios que se generan por reprocesos o insumos con desperfectos vistos en la tabla I y los defectos en el empaque dados en las tabla II y XIII.

Para eliminar este problema se ha propuesto algunas actividades como el índice de control de desperdicio (figura 24), la reestructuración de la hoja de embandejado para retroalimentar la parte de las falla mecánicas (figura 22), en un plan de mejora continua (inciso 2.5.2) da los lineamientos para proponer

e ir creando mejoras que se aplicarán a todas las máquinas, mejorando su efectividad y conjuntamente un estudio de tiempos de los operarios para eliminar actividades innecesarias dentro del proceso para lograr disminuir o eliminar los paros innecesarios por obstrucción o defectos en la pila terminada para un adecuado empaque y conjuntamente con estas mejoras aumentar la productividad del departamento de empaque.

También se realizará estudios del funcionamiento del equipo y determinar mejoras por rediseño o implementación de nueva maquinaria buscando un proceso automatizado.

Por otro lado, también se desconoce la eficacia y eficiencia con la que se ejecuta el proceso al no contar con indicadores y por otro lado no utilizar adecuadamente la información brindada por los indicadores existentes que no pasan a ser más que un dato que si se miden la función primordial de estos es que den la posibilidad de mantener controlada la producción, es posible que se estén alcanzando resultados importantes, pero se desconoce en qué medida y si estos resultados mantienen su alineación con los objetivos de la gerencia.

2.1.3. Diagrama de Pareto

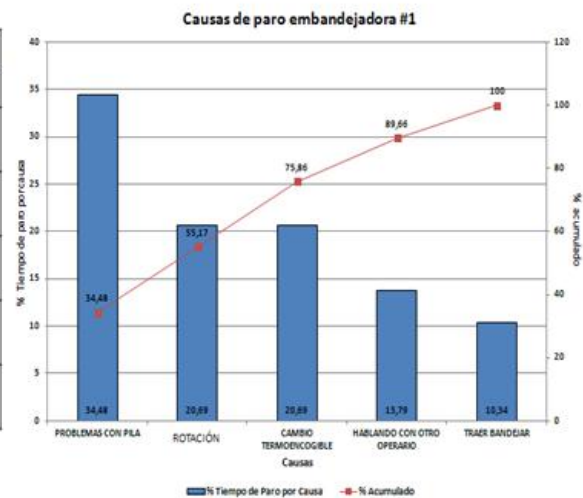
El diagrama de Pareto es una herramienta básica para el control de calidad, utilizada de manera adecuada permite localizar las áreas donde el impacto de las mejoras puede ser mayor y además facilitan la identificación de la causa raíz de los problemas. Útil para el estudio y comparación del análisis de datos históricos, en los cual se puede determinar las causas que están provocando problemas en un proceso dado o en este caso la comparación de las eficiencias que se obtuvieron del proceso antes de iniciar el proyecto del plan de mejora continua.

Este estudio se llevó a cabo para la realización del perfil del proyecto y se decidió incluirlo en esta parte como apoyo al diagnóstico de la situación actual del departamento.

Figura 21. Gráficas Pareto para el equipo instalado

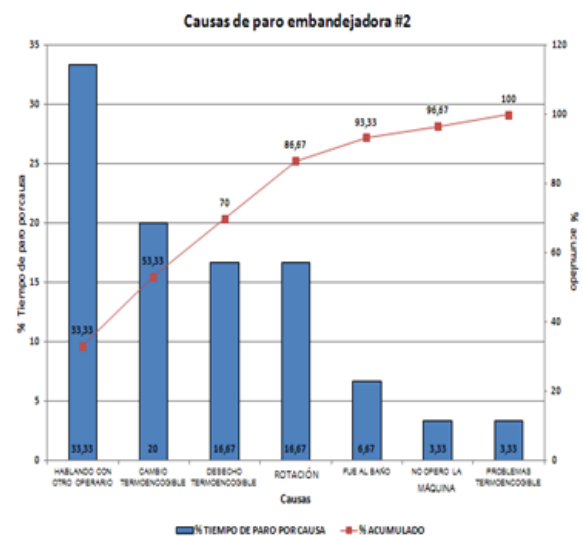
Tiempo de espera-causas

EMBADEJADORA 1	TIEMPO DE PARO (min)	Tiempo aproximado (min)	% Tiempo de paro por causa	% acumulado
Problemas con pila	0:09:49	10	34,48	34,48
Rotación	0:05:27	6	20,69	55,17
Cambio termoencogible	0:05:21	6	20,69	75,86
Hablando con otro operario	0:03:53	4	13,79	89,66
Traer bandeja	0:02:36	3	10,34	100
Total tiempo de paro	0:27:06	29	100	



Tiempo de espera-causas

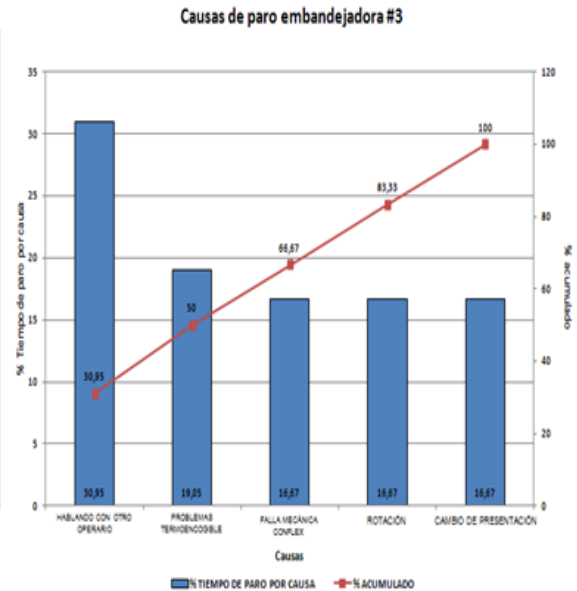
EMBADEJADORA 2	TIEMPO DE PARO (min)	Tiempo aproximado (min)	% Tiempo de paro por causa	% acumulado
Hablando con otro operario	0:09:47	10	33,33	33,33
Cambio termoencogible	0:05:30	6	20	53,33
Desecho termoencogible	0:05:16	5	16,67	70
Rotación	0:04:43	5	16,67	86,67
Fue al baño	0:02:00	2	6,67	93,33
No operó la máquina	0:01:15	1	3,33	96,67
Problemas termoencogible	0:01:10	1	3,33	100
Total tiempo de paro	0:29:41	30	100	



Continuación de la figura 21.

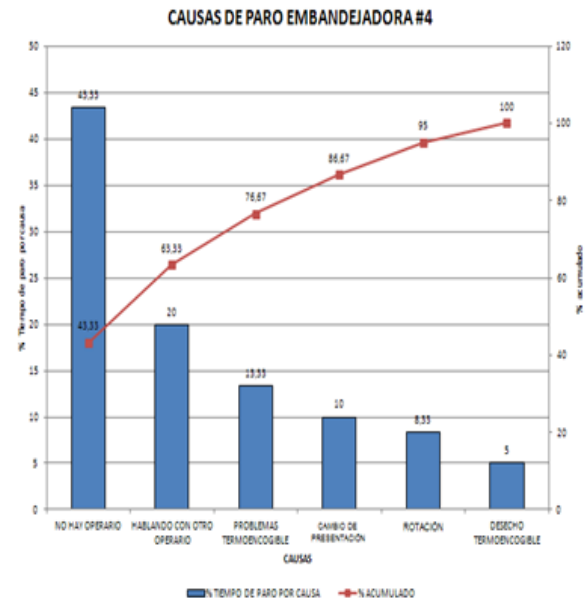
Tiempo de espera-causas

EMBANDEJADORA 3	TIEMPO DE PARO (min)	Tiempo aproximado (min)	% Tiempo de paro por causa	% acumulado
Hablando con otro operario	0:13:08	13	30,95	30,95
Problemas termoencogible	0:07:51	8	19,05	50
Fallas mecánicas <u>conflex</u>	0:06:59	7	16,67	66,67
Rotación	0:06:54	7	16,67	83,33
Cambio de presentación	0:06:35	7	16,67	100
Total tiempo de paro	0:41:27	42	100	



Tiempo de espera-causas

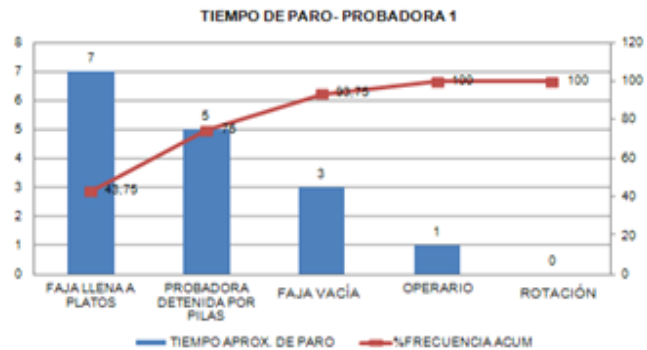
EMBANDEJADORA 4	TIEMPO DE PARO (min)	Tiempo aproximado (min)	% Tiempo de paro por causa	% acumulado
No hay operario	0:26:04	26	43,33	43,33
Hablando con otro operario	0:11:59	12	20	63,33
Problemas termoencogible	0:07:47	8	13,33	76,67
Cambio de presentación	0:05:45	6	10	86,67
Rotación	0:05:01	5	8,33	95
Desecho termoencogible	0:03:16	3	5	100
Total tiempo de paro	0:59:52	60	100	



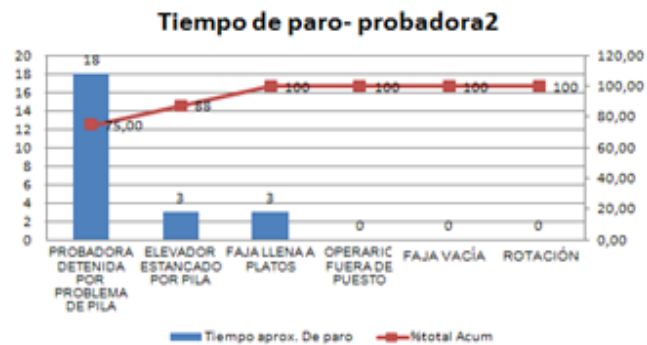
Continuación de la figura 21.

Tiempo de espera-causas

CAUSAS	Tiempo de paro (min)	Tiempo aprox. min.	% total	% acum.
Faja llena a emban.	0:06:12	7	43,75	43,75
Probadora detenida por pilas	0:04:52	5	31,25	75
Faja vacía	0:02:25	3	18,75	93,75
Operario	0:00:47	1	6,25	100
Rotación	0:00:00	0	0	100
TOTAL	0:14:16	16	100	

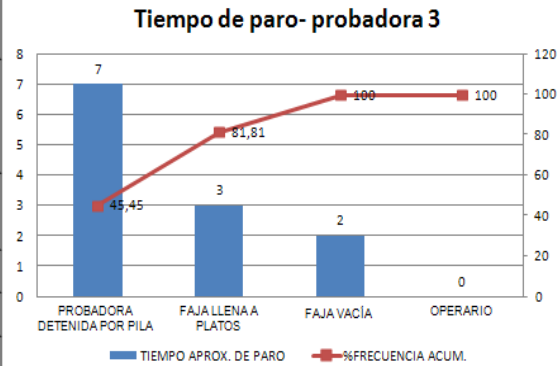


CAUSAS	Tiempo de paro (min)	Tiempo aprox. min.	% total	% acum.
Probadora detenida por problema de pila	0:17:13	18	75,00	75,00
Elevador estancado por pila	3:25:00	3	12,50	88
Faja llena a emband.	2:18:00	3	12,5	100
Operario fuera de puesto	0:00:00	0	0	100
Faja vacía	0:00:00	0	0	100
Rotación	0:00:00	0	0	100
TOTAL	6:00:13	24	100	

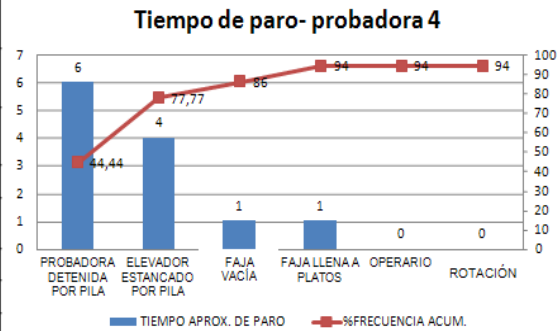


Continuación de la figura 21.

CAUSAS	Tiempo de paro (min)	Tiempo aprox. min.	% total	% acum.
Probadora detenida por pila	7:25:00	7	45,45	45,45
Faja llena a emband.	2:35:00	3	36,36	81,81
Faja vacía	0:01:54	2	18,18	100
Operario	0:00:00	0	0	100
TOTAL	10:01:54	11	100	



CAUSAS	Tiempo de Paro (min)	Tiempo aprox. min.	% total	% acum.
Probadora detenida por pila	5:20	6	50,00	44,44
Elevador estancado por pila	0:03:17	4	33,33	77,77
Faja vacía	1:40:00	1	8,33	86
Faja llena a emband.	0:25:00	1	8	94
Operario	0:00:00	0	0	94
Rotación	0:00:00	0	0	94
TOTAL	7:28:17	12	100	



Fuente: elaboración propia.

La figura 21 muestra los diagramas de Pareto para embandeadoras y probadoras así como sus causas que provocan paros al proceso.

2.2. Análisis comparativo de la eficiencia operacional entre los meses anteriores y los meses durante la aplicación del plan de mejora con base en los indicadores de desempeño de equipo y personal involucrados en el departamento de empaque

A continuación se presentan los datos de eficiencia que se obtuvieron durante la realización del proyecto y para tener un seguimiento al historial (ver tabla VII) que se realizó al inicio de los 6 meses.

En esta parte se muestran algunas mejoras al proceso y de igual manera otras que se dieron como propuestas a la supervisión, las cuales se incluyeron en el proyecto de mejora continua.

Como primera mejora se inició con la reestructuración de la hoja de control de embandejado que no cumplió con la función esperada que era recabar información de producción y fallas mecánicas para apoyar al plan de mantenimiento preventivo, en este nuevo diseño se busco mejorar los puntos que la hacían deficiente. Los cambios que se realizaron con respecto a la hoja de control que se tenía en la figura 10 fueron eliminar el número de índice de los operarios, ya que fue una de las causas por las cuales no hubo aceptación al formato debido a que se sentían comprometidos cuando se analizaban los datos, dejando en evidencia que no cumplen con lo requerido ya sea por desatender su puesto, no contribuir con la supervisión, entre otras. Ya dependerá de la supervisión buscar la manera más efectiva de evaluarlos.

Por esta razón se dejó únicamente la información que podría ser de mayor utilidad a la empresa quedando estructurada de la siguiente manera: fecha, hora, contador inicial y final para obtener el dato acumulado por hora como parámetro de comparación con lo producido y la producción esperada

cada hora dependiendo que presentación se esté trabajando, se incrementó el área de anotación de las fallas para que de esta manera sea más detallada y retroalimentar el mantenimiento y atacar a la misma desde la raíz conjuntamente con la hora en que se dio la falla para tener registro cuando la producción disminuya y el tiempo en que duró el desperfecto siempre y cuando se arregle durante el turno dicha hoja nueva se observa en la figura 22.

También se incluyó un espacio para anotar si se dio algún cambio de presentación en el transcurso de la jornada y el horario en que cambiaron, ya que esto sucede con frecuencia y no se tiene registro de cuánto dura hacer el cambio para vaciar las fajas, máquinas y a las embandejadoras hay que cambiar de alimentador, ya que las bandejas son distintas. Por último y de mucha importancia un área para que los operarios incluyan las observaciones que consideren pertinentes para retroalimentar la información con la gerencia y conocer las necesidades que se tengan.

Para llegar a este formato se fueron buscando nuevas opciones que al analizarlas llevaron a crear 4 diseños diferentes hasta que se llegó al que se consideró el más óptimo, el cual se muestra a continuación y que contó con el visto bueno de todas las partes involucradas ya que cabe destacar que todos los cambios se verificaron y aprobaron por el supervisor del departamento.

Además como apoyo a la obtención de datos y que la nueva hoja control fuera lo más funcional posible, se tuvo la iniciativa de instalar relojes digitales con la hoja a la mano en cada embandejadora como se muestra en la figura 23 para que los operarios no se vieran en la necesidad de levantarse a ver el reloj que se encuentra en el departamento, esto con el objetivo de agilizar la anotación de los datos y no perjudicar la producción.

Figura 22. Nuevo formato para la hoja de control de embandejado

RAYOVAC		CONTROL DIARIO DE EMBANDEJADO					EMBANDEJADORA	1	
Fecha:		C. Inicial	C. Final	Total	Acumulado 24 /hora	Acumulado WP /hora	Falla Mecánica/ Cambio Termoencogible/ Cambio Presentación/ Otras	Hora de inicio de Falla	Total Min. de Paro
6:00	6:30								
6:30	7:00				1200	900			
7:00	7:30								
7:30	8:00				2400	1800			
8:00	8:30								
8:30	9:00				3600	2700			
9:00	9:30								
9:30	10:00				4800	3600			
10:00	10:30								
10:30	11:00				6000	4500			
11:00	11:30								
11:30	12:00				7200	5400			
12:00	12:30								
12:30	13:00				8400	6300			
13:00	13:30								
13:30	14:00				9600	7200			
14:00	14:30								
14:30	15:00				10800	8100			
15:00	15:30								
15:30	16:00				12000	9000			
16:00	16:30								
16:30	17:00				13200	9900			
17:00	17:30								
17:30	18:00				14400	10800			
18:00	18:30								
18:30	19:00				15600	11700			
Presentación		TOTAL							
Cambio de Presentación					Horario		Band. 24 uni esparadas 1/2 hora	600	
							Window Pack esparadas 1/2 hora	450	
OBSERVACIONES									

Fuente: elaboración propia.

La figura 22 muestra el nuevo formato de la nueva hoja de control de embandejado. A continuación se muestra la hoja en su posición física en la máquina embandejadora.

Figura 23. **Hoja de control y reloj instalados en embandejadoras**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 23 muestra la forma en la que se ubicó hoja y reloj para no interrumpir al operario en sus actividades y agilizar anotación de los datos.

Debido a la situación en la que se encuentra la empresa en la actualidad que el producto se ha visto afectado por la nuevas tecnologías emergentes y lo ha llevado a la disminución de los volúmenes de producción, se ha visto en la necesidad de recurrir a la reducción de costos buscando opciones de automatizar procesos, tercerizar personal, cambio de proveedores y por ende acá se ve afectada la calidad de los insumos utilizados, esto llevó a analizar la información obtenida del estudio de la situación actual del departamento descrito en los incisos anteriores, surgió entre las ideas a implementar la creación del índice de control de desperdicio diario que se genera derivado del proceso de empaque de pilas, este rubro no se mide y se desconoce cuanto se desecha y el valor al que asciende, antes de implementarlo se realizó un

estudio con duración de un mes para conocer de forma verídica estos datos tabulados en la tabla I, luego basado en la recopilación de datos se obtuvo el formato (ver figura 24) en el cual se anotan materiales que se convierten en desperdicio como bandejas, caja master y plástico termoencogible que se desecha debido a algún reproceso, desajuste o cuando los operarios ajustan las máquinas o mala manipulación por los mismos. Para esta tarea se asignó a un operador que al terminar el turno realizaba el conteo anotándolo en el formato para su registro, el proceso de la obtención de datos se describe en el diagnóstico, el cual se repitió ya con el índice creado.

Figura 24. Formato índice control de desperdicio diario



Control Cantidad de Desperdicio Diario

	FECHA	Cantidad de Bandeja (\$ band)			Cantidad de Caja (\$ cajas)			Cantidad de Plastico (kgs)	Cantidad de Termo-encogible (kgs)
		24 uni	12 uni	WP	480	288 bat	240		
Lunes									
Martes									
Miércoles									
Jueves									
Viernes									
Sábado									
Total Semana									
Lunes									
Martes									
Miércoles									
Jueves									
Viernes									
Sábado									
Total Semana									
Lunes									
Martes									
Miércoles									
Jueves									
Viernes									
Sábado									
Total Semana									
Lunes									
Martes									
Miércoles									
Jueves									
Viernes									
Sábado									
Total Semana									

Fuente: elaboración propia.

La figura 24 muestra el formato para la anotación de la cantidad de desperdicio por día en el cual también se hace una anotación semanal.

Con el apoyo del formato creado para los datos de desperdicio y conjuntamente con algunas mejoras ya aplicadas, se realizó un nuevo estudio de toma de datos de desperdicios que se generaron derivados del empaque en el departamento durante un mes, esto ya pensado en dejar definido como propuesta el índice de control de desperdicio cuyos datos serán analizados por la supervisión, para su aplicación y continuidad dentro del proceso.

Tabla XI. Datos de desperdicios obtenidos para el nuevo índice de control

	Cantidad de bandeja (# band)			Cantidad de caja (# cajas)			Cantidad de termoencogible (Kg)
	24 uni.	12 uni.	WP	480 bat	288 bat	240 varta	
Lunes							
Martes	45			4			1,1
Miércoles	38			5			0,9
Jueves	41				2		1,2
Viernes			13			3	1,3
Sábado			10			2	0,88
Total semana	124		23	9	2	5	6,38
Lunes	50				3		0,9
Martes	35				6		1,4
Miércoles	22				5		0,8
Jueves	40			5			1,5
Viernes			10			4	0,85
Sábado			12			5	0,88
Total semana	147		22	5	14	9	6,33

Continuación de la tabla XI.

Lunes	50			3		4	1,1
Martes	43				10		1,23
Miércoles			15			3	1,4
Jueves	30				4		0,9
Viernes	20				2		1
Sábado	32			4			1,1
Total semana	175		15	7	16	7	6,73
Lunes	63			3			1,12
Martes	71			3			0,75
Miércoles	45			15			0,87
Jueves			18			18	0,96
Viernes			20			10	0,88
Sábado	56			4			0,9
Total semana	235		38	25		28	5,48
Lunes	28				3		0,81
Martes	36				2		1,5
Miércoles			18			3	1,2
Jueves			11			4	1,4
Total semana	64		29		5	7	4,91

Fuente: elaboración propia.

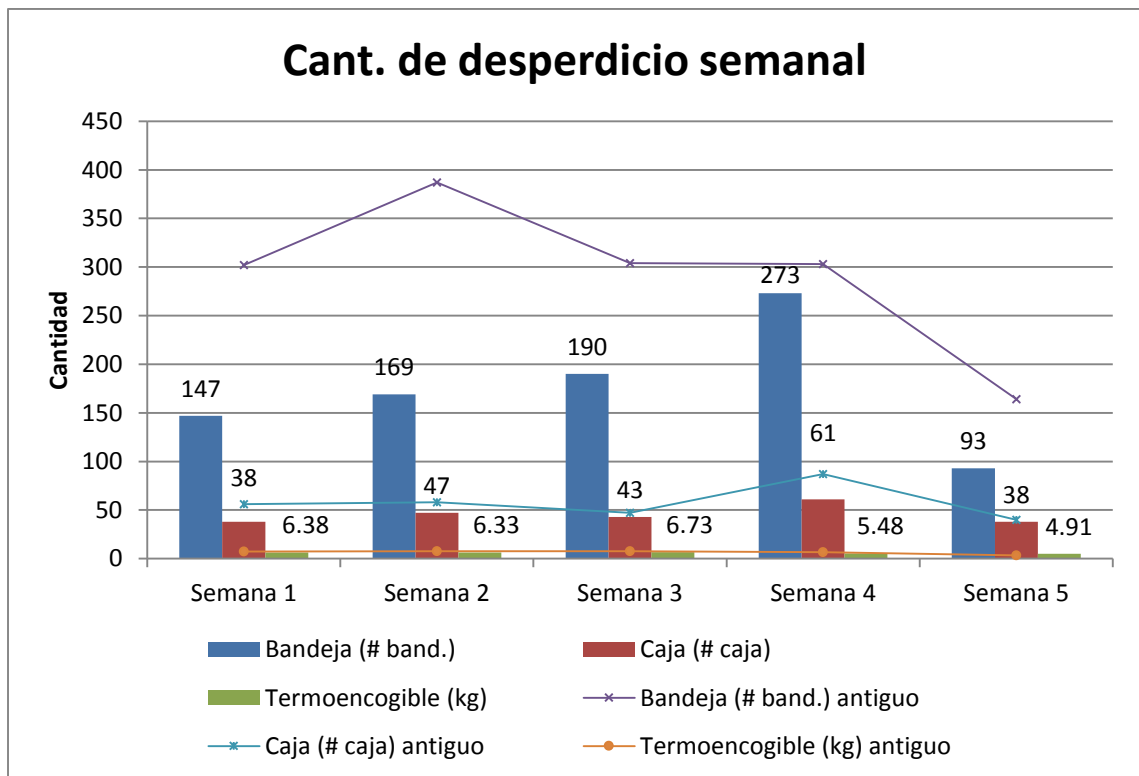
Del índice anterior se tabularon los datos en la siguiente tabla resumen para graficar de manera más legible, también se hace una comparación con los datos obtenidos en el diagnóstico de la situación actual para verificar si hubo alguna mejora en el proceso.

Tabla XII. **Tabla resumen cantidad de desperdicio**

	Bandeja (# band.)	Caja(# caja)	Termoencogible (kg)
Semana 1	147	38	6,38
Semana 2	169	47	6,33
Semana 3	190	43	6,73
Semana 4	273	61	5,48
Semana 5	93	38	4,91

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Datos para el índice de control de desperdicio**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica de la figura 25 muestra los datos de desperdicios obtenidos en las mediciones que se llevaron a cabo, en la cual se denota una disminución en comparación entre bandeja y caja, el termoencogible se mantuvo casi en los mismos niveles que en el diagnóstico.

Otro dato que sirvió de parámetro de medición y como base en la aplicación de las mejoras fue la cantidad de reproceso debido a bandejas con defectos como pila con problemas (sucia, traslapada, sin sello) o con el plástico termoencogible (mal sellado, no lleva plástico o pasan bandejas dobles) estos números de reprocesos se muestran en la tabla XIII utilizando el formato creado y proporcionado por el supervisor del departamento, en el cual se enlistan de manera más clara cada una de las causas por las cuales una bandeja puede ser rechazada para pasar de nuevo por el proceso de empaque.

Para esto se tabularon los datos de las hojas de control que posee el departamento, estos datos son referentes a 4 tomas realizadas durante una hora diaria. También se destaca que estas hojas se rescataron ya que el resto se han extraviado y como es una lista sin formato no se tiene datos de fechas ni horas, solo la información del supervisor que la observación duro una hora (ver anexo II).

Tabla XIII. **Cantidad de reproceso en el empaque**

Toma 1			Toma 2		
Núm.	Nombre	Eventos	Núm.	Nombre	Eventos
1	Defecto de pila	40	1	Defecto de pila	23
2	Termoformado flojo	35	2	Termoformado flojo	3
3	Nylon flojo y defectuoso	10	3	Nylon flojo y defectuoso	
4	Mal sello	40	4	Mal sello	22

Continuación de la tabla XIII.

5	Plástico roto	40
6	Quemado	25
7	Termoformado apretado	
8	Bandeja dañada	7
9	Dúplex	10
10	Mal embandejado	7
11	Fin de rollo	
12	Goma	
13	Bandeja incorrecta	
14	Bandejas pegadas	
15	Mal corte y sellado	
	Total	214

Toma 3		
Núm.	Nombre	Eventos
1	Defecto de pila	22
2	Termoformado flojo	
3	Nylon flojo y defectuoso	
4	Mal sello	8
5	Plástico roto	45
6	Quemado	
7	Termoformado apretado	
8	Bandeja dañada	
9	Dúplex	3
10	Mal embandejado	
11	Fin de rollo	
12	Goma	
13	Bandeja incorrecta	
14	Bandejas pegadas	
15	Mal corte y sellado	
	Total	78

5	Plástico roto	50
6	Quemado	
7	Termoformado apretado	
8	Bandeja dañada	
9	Dúplex	
10	Mal embandejado	
11	Fin de rollo	
12	Goma	
13	Bandeja incorrecta	
14	Bandejas pegadas	
15	Mal corte y sellado	
	Total	98

Toma 4		
Núm.	Nombre	Eventos
1	Defecto de pila	40
2	Termoformado flojo	30
3	Nylon flojo y defectuoso	
4	Mal sello	22
5	Plástico roto	3
6	Quemado	36
7	Termoformado apretado	
8	Bandeja dañada	
9	Dúplex	3
10	Mal embandejado	4
11	Fin de rollo	
12	Goma	
13	Bandeja incorrecta	
14	Bandejas pegadas	
15	Mal corte y sellado	
	Total	138

Fuente: elaboración propia.

Según los datos de las tablas se hace evidente que existe un alto número de reprocesos en el empaque final de la pila, derivado de las causas enlistadas en el diagrama de Ishikawa de la figura 14 causas de rechazo de la pila. Para el estudio de los reprocesos se tomó las que se dan en el proceso de empaque directamente, principalmente por una inspección deficiente.

Adherido a toda la información obtenida del análisis de la situación actual y datos de producción y eficiencia de esta manera también se decidió aplicar un estudio del trabajo en el cual se evaluará el sistema de rotaciones de puestos que tiene el departamento. La rotación es algo que se hace de manera permanente debido a que hay puestos en los cuales el factor físico es mas demandante que los demás, por esta razón los operarios van de una estación a otra durante el turno de trabajo con el fin de equilibrar y no sobrecargar a una sola persona, estos puestos más exigidos. Actualmente el proceso de empaque cuenta con 15 puestos operativos los cuales se conforman de la siguiente manera como se describe el proceso en el diagrama de flujo de la figura 12.

Desembulkado es donde se deposita la pila de la bandeja a la banda transportadora en este puesto se ubican dos personas, una encargada de suministrar las bandejas de la estiba y el otro quien recibe la bandeja vacía y la apila en tarima para pasar de nuevo al área de embulkado. Dentro de las actividades del proceso ésta es una de las más demandantes del factor físico por el levantado de las bandejas con 145 pilas cada una por esta razón internamente estos dos operarios rotan a la media hora, intercambiando posición.

Área de probadoras es donde se realiza la prueba eléctrica actualmente el departamento cuenta con 4 probadoras 4-1 en la cual se encuentra una persona atendiéndolas y 2 probadoras 8-1 también con una persona a su cargo

esto quiere decir que prueban 4 y 8 pilas a la vez respectivamente. En esta parte los operarios que se ubican acá no entran a formar parte de la rotación se mantienen fijos.

En la misma banda transportadora que une desembulkado y prueba eléctrica se ubica la persona encargada de realizar la inspección de la pila antes de entrar a las probadoras, esta persona retira las pilas con problemas y las clasifica por su defecto. Al igual que en las probadoras esta persona no entra en la rotación de los puestos.

Después de los pasos anteriores la pila llega al embandejado para lo cual el departamento cuenta con 4 máquinas embandejadoras manuales y por ende se ubica una persona en cada máquina.

En la parte final después del embandejado se encuentran 5 personas, más una encargada de formar caja master aplicándole pegamento de cola a las solapas inferiores y proporcionárselas a los que están en el llenado, acá llegan la pilas en bandejas de 12, 20 y 24 unidas para ser depositadas en su respectiva caja master esta parte del proceso es 100 % manual, en la cual se ubican dos personas que al terminar trasladan la caja al sellado donde hay una persona encargada de sellar la caja en la parte superior con pegamento y cinta adhesiva.

Por último al final de la línea se ubica el estibador encargado de apilar las cajas en tarimas para que luego el montacargas las lleve a bodega de producto terminado. Esta es la otra parte del proceso que requiere mayor demanda física, ya que acá solo una persona es quien estiba compartiendo con el comodín la hora que duran en cada puesto, por esta razón es que existe el método de la rotación para equilibrar la carga en los distintos puestos de

trabajo. Dentro de los operarios del departamento existe una persona que tiene puesto de comodín, esto quiere decir que es quien apoya cualquier puesto que lo requiera, además de proporciona materiales a los demás compañeros como bandeja, plástico, goma, entre otros. Llegando así a un total de 15 personas. A continuación se describe de manera gráfica el método actual de rotación con la que cuenta el departamento de empaque:

Tabla XIV. **Secuencia de puestos sistema de rotación departamento de empaque**

Núm.	Puesto
1	Embandejado # 1
2	Llenado # 1
3	Desembulkado #1
4	Embandejado #2
5	Llenado # 2
6	Armado de caja
7	<i>Desembulkado #2</i>
8	Embandejado # 3
9	Sellado de caja
10	Estibador
11	Embandejado # 4
12	Comodín
13	Probadoras 4-1
14	Probadoras 8-1
15	Inspección

Símbolo	Descripción
	Línea de rotación
	Línea de proceso
	Puestos de trabajo

Fuente: elaboración propia.

Observaciones:

- La rotación se realiza después de una hora de trabajo en cada puesto.

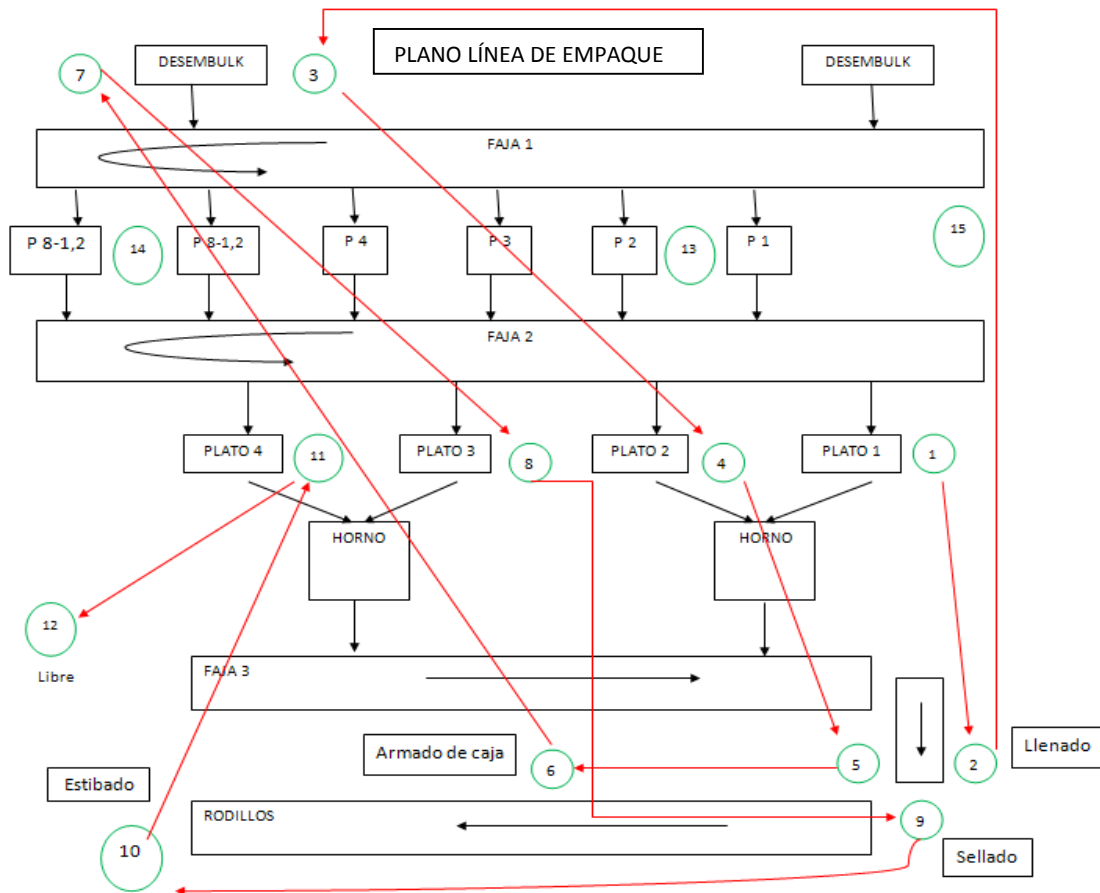
- Puestos 13, 14 y 15 son fijos no rotan.
- La rotación se realiza en todos los puestos simultáneamente.
- Se pierde tiempo entre cambio de puestos ya sea porque el relevo no ha llegado y el que está operando al terminar su tiempo se va, otra causa es que por no estar próximo el siguiente puesto en el camino se queda platicando. También cuando llega personal nuevo al departamento no se le da la inducción necesaria, lo que provoca pérdida de tiempo en lo que se ubica y aprende la rotación.
- Las actividades más demandantes en el factor físico son las estaciones de desembulkado y estibado. Y las más cómodas es el de comodín y formador de caja.
- Estibador y comodín se comparten la hora estando media hora en cada puesto. Al igual que en el desembulkado.
- También se tiene la modalidad que cuando se dan los periodos de refacción, baño y almuerzo se realizan relevos para no detener la producción durante ese periodo. Durante los relevos el personal que queda operando es el siguiente:

<u>1er grupo</u>	<u>2do grupo</u>	<u>3er grupo</u>
2 en <i>desembulkadora</i>	2 en <i>desembulkadora</i>	9 personas
1 en probadoras	1 en probadoras	
1 en inspección	1 en inspección	
2 en embandejadoras	1 en embandejadora	
1 en llenado	1 en llenado	
1 en sellado	1 en sellado	
1 en estibado	1 en estibado	

- Los relevos de refacción se realizan en el periodo de 8:00 a 8:45 en tres grupos de 15 minutos. Los de baño de 10:45 a 11:30 de igual manera 3

grupos de 15 min. Y en el almuerzo de 12:00 a 13:30 también en 3 grupos de media hora.

Figura 26. **Plano sistema de rotación de puestos del departamento de empaque**



Fuente: elaboración propia.

La figura 26 muestra el plano del sistema actual de movimientos que se llevan a cabo en la rotación de puestos.

Este análisis del estudio se presentó como información para que la supervisión la estudiara y optimizará para llegar a un nuevo formato de rotación tratando de hacerla más fluida, no cargar a los operarios con los puestos más cansados y minimizando los tiempos que conllevan ir de un puesto a otro a continuación se muestra una propuesta para las rotaciones del personal.

Del estudio de la rotación se obtuvieron datos que sirven como base a las propuestas de mejora que se le dieron a conocer al supervisor, estas son las siguientes:

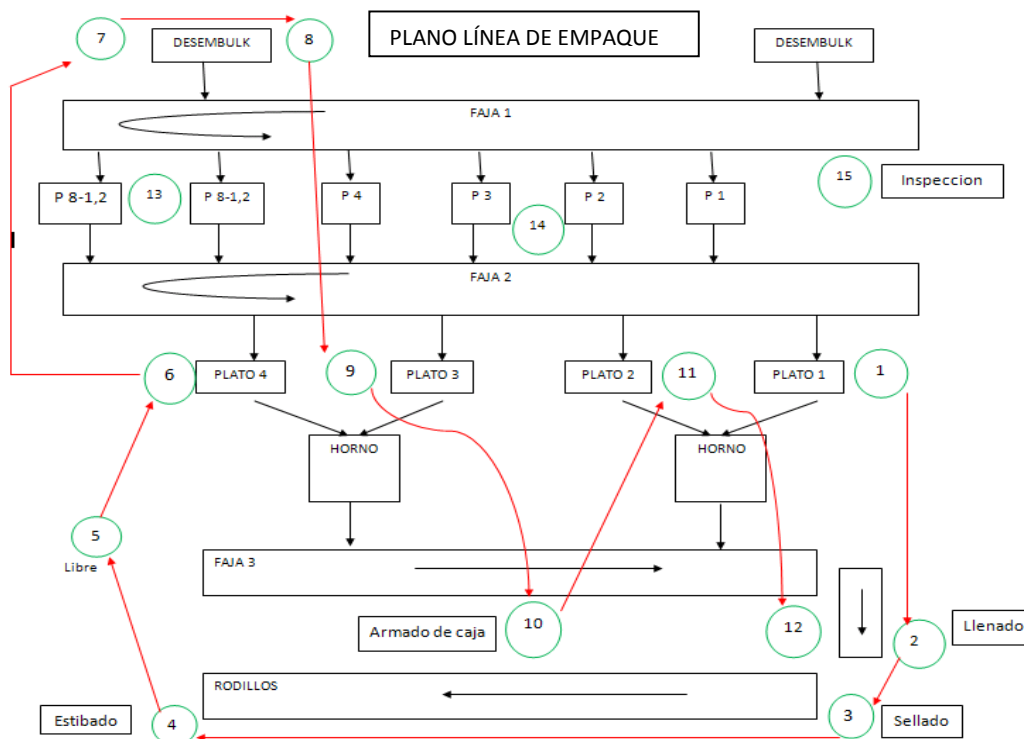
- Crear un sistema de marcación de puestos con números siguiendo la secuencia para que los operarios nuevos se ubiquen de mejor manera, además un programa de inducción rápida (figura 27).
- Evaluar cada puesto de trabajo para verificar si puede haber una mejora o como el caso del puesto de formador de caja, el cual se desea eliminar a base de automatización de maquinaria (este tema se describe en el capítulo 3 de este documento).
- Una rotación más fluida en la cual se siga cuidando que los puestos más exigidos se compartan y que el operario logre recuperarse del esfuerzo físico. Además de proponer que el cambio sea cada media hora para agilizar la transición y no sobrecargar al trabajador en un puesto, esto se muestra en la segunda parte de la figura 27.

A continuación se muestra las modificaciones realizadas donde se visualiza el plano del área donde se describe la nueva ruta de rotación que se realizó, buscando que sea la más efectiva en cuanto a movimientos como en equilibrar la carga laboral.

Figura 27. Mejoras aplicadas al sistema de rotación de puestos



Plano con la nueva propuesta de rotación de puestos

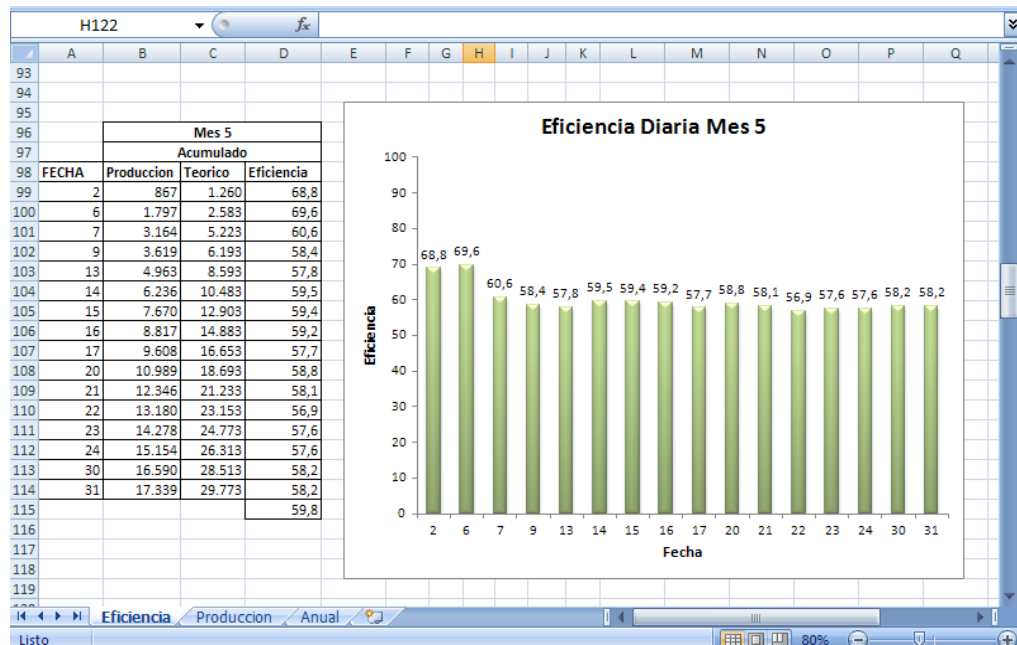


Fuente: elaboración propia.

La figura 27 muestra 2 mejoras que se hicieron a la rotación de puestos operativos del departamento de empaque con base en las mejoras propuestas como lo fue rotular las estaciones de trabajo y crear un plano con la ruta más efectiva.

Estudiando el indicador de eficiencia por el medio el cual se realizó el diagnóstico actual del departamento, de nuevo se obtuvieron los datos de la hoja electrónica que se muestra a continuación en la figura 28 que tiene como registro el supervisor se denotó que la eficiencia y la producción evidenciaron un leve aumento en sus indicadores gracias a las mejoras aplicadas por muy mínimas que fueron se logro un nivel más estable en ambos sin tener mucha variación entre cada mes transcurrido. Pero aún con mucho potencial de mejora.

Figura 28. Índice de eficiencia diaria



Fuente: Empaque Rayovac Guatemala S.A. Supervisión departamento de empaque.

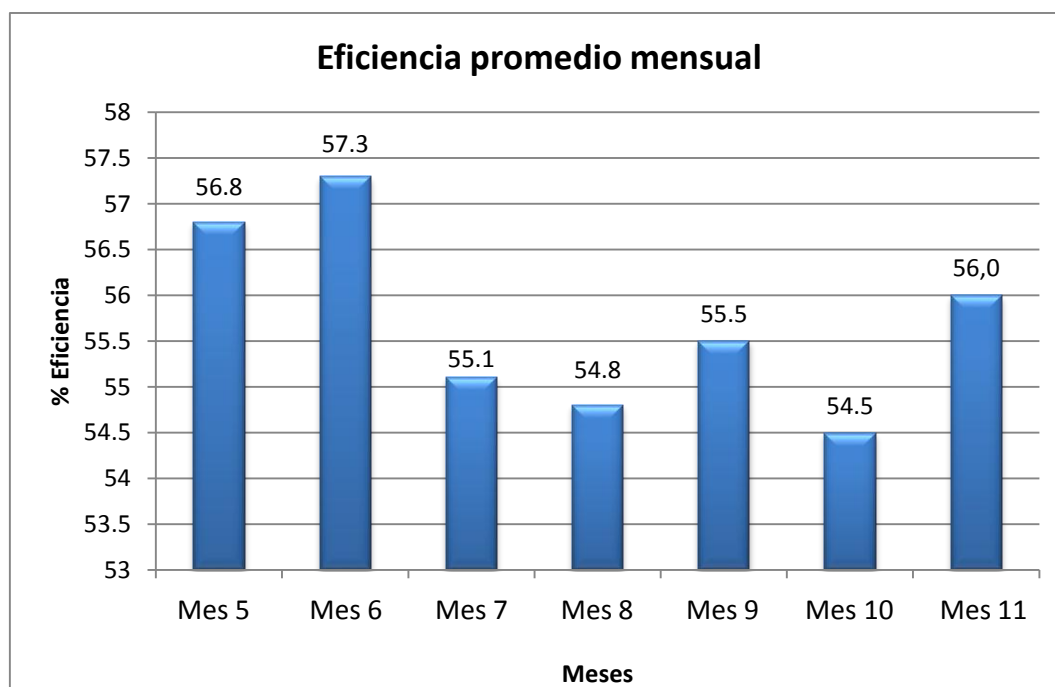
La figura 28 muestra las eficiencias del mes 5. Los datos se presentan en la tabla XV y figura 29 resumidos de igual manera mensual como se hizo en la tabla V.

Tabla XV. **Historial de promedio de eficiencias de los meses durante la realización EPS**

Mes	Eficiencia mensual promedio (%)
Mes 5	56,8
Mes 6	57,3
Mes 7	55,1
Mes 8	54,8
Mes 9	55,5
Mes 10	54,5
Mes 11	56,0
Promedio	55,7

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Histograma de promedio de eficiencia mensual de los meses durante la realización EPS**

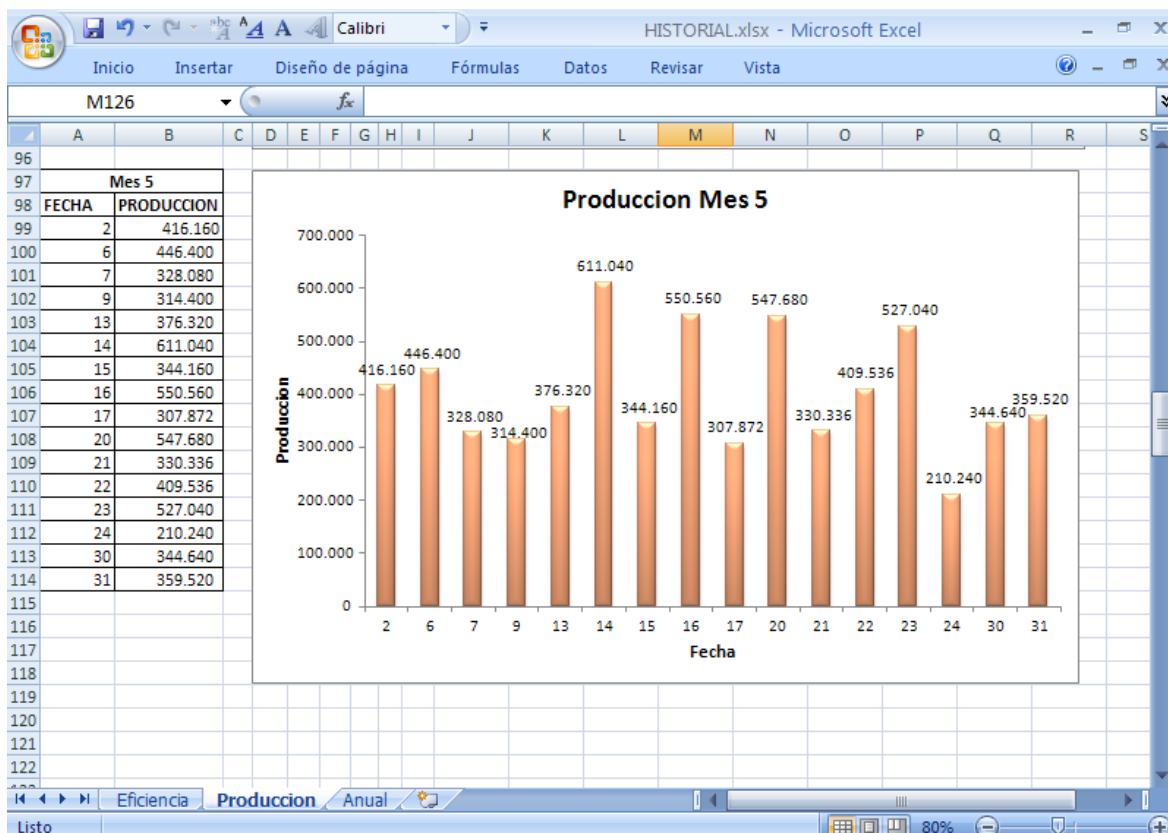


Fuente: elaboración propia.

La gráfica mostrada en la figura 29 se puede identificar que se mantuvo un promedio de eficiencia del 55,7 % que fue mayor en los meses durante el desarrollo del proyecto que en los meses previos al mismo en el cual se registró una eficiencia del 52,27 % (ver tabla V).

De la misma manera se observó un leve aumento en los niveles de producción con respecto a los meses que se usaron como referencia histórica al inicio del proyecto, los cuales se presentan en la figura 30, aunque hay que tener claro que este índice es de los más inestables, ya que depende mucho de la demanda de pedidos de pilas que tenga la empresa tanto en el mercado interior como en el exterior.

Figura 30. Índice de producción



Fuente: Empaque Rayovac Guatemala S.A. Supervisión departamento de empaque.

La figura 30 muestra los datos de producciones para el mes 5 visualizados desde la hoja electrónica.

Tabla XVI. Historial de producción meses realización EPS

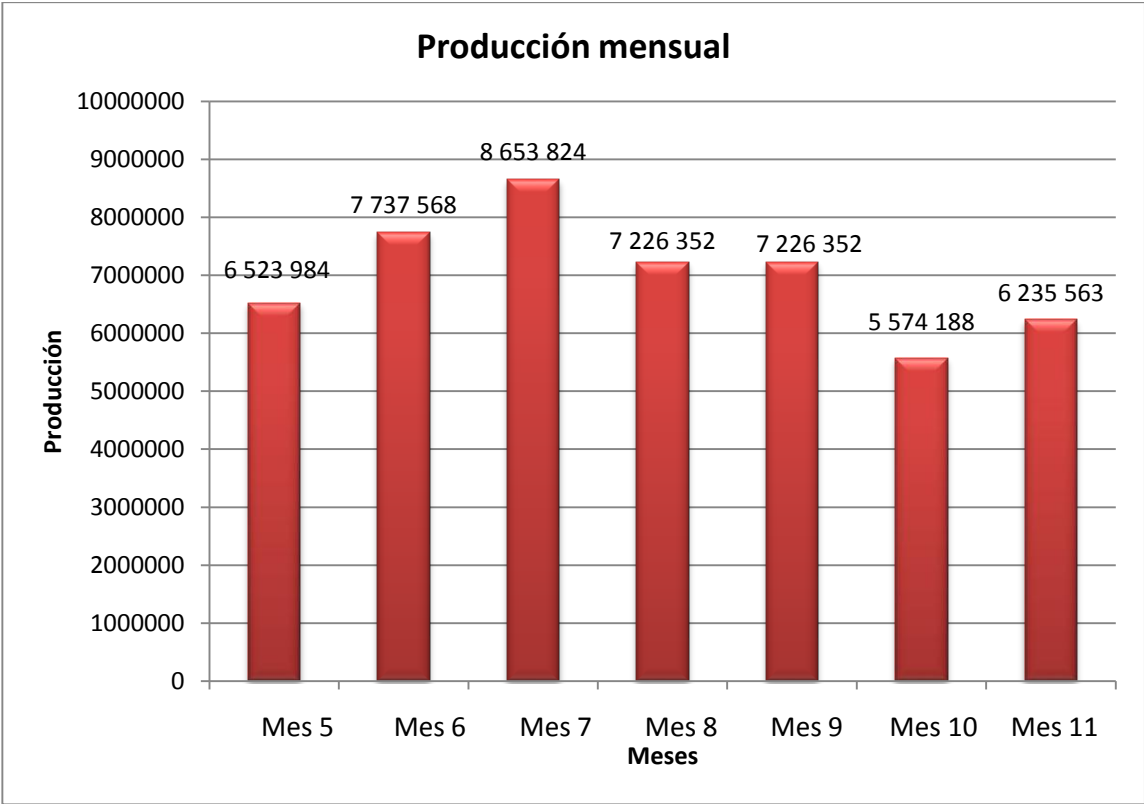
Mes	Producción (# de pilas)
Mes 5	6 523 984
Mes 6	7 737 568

Continuación de la tabla XVI.

Mes 7	8 653 824
Mes 8	7 226 352
Mes 9	7 226 352
Mes 10	5 574 188
Mes 11	6 235 563
Promedio	5 993 116

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Histograma de producción meses realización EPS**



Fuente: elaboración propia.

La figura 31 muestra el histograma de los niveles de producción durante los meses en los que se desarrolló el proyecto de EPS.

2.3. Estudio de tiempos en el equipo instalado en el departamento de empaque

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo que lleva realizar una tarea específica, en este caso un paso dentro del proceso productivo.

Como parte de las propuestas de mejora incluidas en este plan se desarrolló un estudio de tiempos para algunos de los distintos puestos con que cuenta la línea de producción, con el fin de ayudar a reducir tiempos perdidos para el cual se espera que este estudio sirva como base para fundamentar un balance de línea en el futuro por parte del supervisor del departamento.

Para iniciar el estudio de tiempos se analizó el diagrama de flujo (ver figura 12) para identificar y determinar que paso del proceso se puede considerar como punto crítico, esto dio como resultado que el área de embandejamiento en la cual se da el consumo de pila proveniente de la prueba eléctrica y la alimentación de bandeja a la estación de llenado, siendo un punto de transición de las pilas lo que la convierte en el cuello de botella de la línea, ya que siendo más específicos de esta parte depende que tanto avanza la producción porque si es lento repercute deteniendo a las probadoras y desembulkadoras y retrasa el empackado y estibado. De los estudios de observación al proceso se puede determinar las causas más notorias de paro que son las siguientes: tiempos perdidos en alimentación de bandeja, fallas en

máquinas, pilas trabadas, rotación de puestos, máquinas lentas, llenado hojas de control, empaque lento.

Tomando en cuenta estas causas anteriores y considerando que la que afecta de manera directa al embandejado es la alimentación de bandeja operación que realizan todos los operarios ya que como es una actividad manual ellos mismos necesitan abastecer su bandeja en el alimentador y al terminarse la caja ellos paran la producción desechando la caja vacía y yendo a traer una nueva al *rack* de almacenaje, por este motivo se decidió atacar esta causa aplicando como primera parte el estudio de tiempos.

Para iniciar el estudio se necesitó el apoyo de tres cronómetros: uno para cada estación debido a que el estudio se realizó al mismo tiempo las tres embandejadoras, también se necesitó de un formato donde se hicieron las anotaciones de los tiempos perdidos y una descripción de la causa que ocasionó la pérdida de tiempo, este se llevó a cabo con la medición de tiempo perdido en recargar bandeja y desechar la caja de corrugado de 600 bandejas que es en la manera en que el proveedor las hace llegar a la empresa, el estudio se realizó en 3 de las 4 máquinas embandejadoras manuales (la 4ta estaba en reparación) habiendo escogido la parte del proceso y la causa seguidamente se determinó prudente que el estudio constaría de 3 mediciones de tiempo con duración de una hora cada una realizadas en horas y días distintos para corroborar que la perdida de tiempo se da durante todo el turno sin que se pueda considerar una causa asignable del proceso.

Los resultados obtenidos del estudio de tiempos se tabularon de forma resumida en la tabla XVII en la que se especifica número de muestra, hora de inicio y final del estudio, número de máquina y el total de tiempo perdido por cada una de las embandejadoras.

Tabla XVII. **Datos de tiempos perdidos en la toma de bandeja
(embandejamiento)**

1ra toma	Inicio	Final
	9:00 a.m.	10:00 a.m.
DATOS 1 HORA DE OBSERVACIÓN		
	Máquina	Tiempo (min)
	Embandejadora 1	0:04:08
	Embandejadora 2	0:06:07
	Embandejadora 3	0:10:07
	Total minutos	0:20:22

2da toma	11:10 a.m.	12:10 p.m.
DATOS 1 HORA DE OBSERVACIÓN		
Máquina	Tiempo (min)	
Embandejadora 1	0:05:09	
Embandejadora 2	0:05:27	
Embandejadora 3	0:00:38	
Total minutos	0:11:14	

3ra toma	11:10 a.m.	12:10 p.m.
DATOS 1 HORA DE OBSERVACIÓN		
Máquina	Tiempo (min)	
Embandejadora 1	0:01:58	

Continuación de la tabla XVII.

Embandejadora 2	0:09:09
Embandejadora 3	0:01:33
Total minutos	0:12:40

Fuente: elaboración propia.

La tabla XVII muestra los resultados obtenidos durante una hora de operación de las embandejadoras, y se observa que se pierde más de diez minutos en total lo que representa más del 16 % de tiempo perdido por hora, lo cual reflejado en producción promedia más de 49 000 bandejas (ver tabla XX) al mes, debido al alto volumen de pilas que llegan al empaque.

Para el estudio se tomó la velocidad de la máquina más lenta, ver referencia más abajo y el tiempo aproximado perdido por máquina lo que da los siguientes datos:

Tabla XVIII. **Datos de tiempos perdidos en la toma de bandeja**

	DATOS 1 HORA DE OBSERVACIÓN		
	1ra toma	2da toma	Total (min)
Embandejadora 1	0:01:37	0:02:31	0:04:08
Embandejadora 2	0:02:49	0:03:18	0:06:07
Embandejadora 3	0:05:13	0:04:54	0:10:07
			0:20:22

Fuente: elaboración propia.

La tabla XVIII muestra el tiempo que lleva a los operarios el abastecerse de bandeja durante una hora de observación, teniendo en promedio 20 minutos por hora entre las tres máquinas, cabe destacar que este dato podría ser mayor debido a que la línea cuenta con 4 máquinas manuales de embandejado.

Tabla XIX. **Datos de tiempos perdidos en la toma de bandeja**

Velocidad embandejadora	17 bandejas/min
Tiempo perdido/hora	20 min

Fuente: elaboración propia.

Con base en la velocidad y tomando el dato del tiempo perdido se realizó un cálculo de bandejas que se dejan de empacar a causa de esta pérdida de tiempo y al sumar la cantidad de las tres máquinas en un mes, da como resultado 1 199 520 pilas que haciendo la referencia de que diario se empacan en promedio 400 000 pilas, es como que si se perdieran 3 días de producción analizándolo de manera global con el nivel de producción que tiene la empresa.

Tabla XX. **Datos de bandejas sin empacar en un mes**

Perdida bandejas/hora	357
Perdida bandejas/jornada	2 499
Perdida bandejas/semana	12 495
Perdida bandejas/mes	49 980

8 568	pilas/hora
-------	------------

Continuación de la tabla XX.

59 976	pilas/jornada
299 880	pilas/semana
1 199 520	pilas/mes

Producción diaria		400 000	pilas
días	3,00		

Fuente: elaboración propia.

La tabla XX muestra los datos aproximados en bandejas y pilas que se dejan de empacar. Después de tener el fundamento basado en los datos se decidió atacar la alimentación de bandeja proponiendo el diseño de un nuevo sistema con mayor capacidad y que proporcione ergonomía al puesto y facilitando el llenado de las hojas de control.

Para completar y apoyar el estudio se hizo la toma de tiempos de las máquinas *conflex* para tener la veracidad del tiempo perdido, ya que estas selladoras están unidas a las embandejadoras y podrían crear también una limitante al proceso. Esta toma se realizó como referencia para conocer la capacidad de las selladoras y tener la certeza que cumplen con la velocidad requerida, según la demande de bandejas a empacar.

Tabla XXI. **Velocidades máquinas *conflex***

Tiempo de sellado de bandejas

Conflex #1 2LP	1	2	3	4	Promedio
Tiempo de empaque (s)	1,16	1,25	1,2	1,29	1,23
Tiempo intermedio (s)	1,07	1,1	1,17	1,05	1,10

Tiempo de 1 bandeja

Ritmo de trabajo medido	25 bandejas/min
--------------------------------	-----------------

Conflex # 3 2LP	1	2	3	4	Promedio
Tiempo de empaque (s)	1,38	1,38	1,34	1,32	1,36
Tiempo intermedio (s)	1,11	1,09	1,1	1,17	1,12

Ritmo de trabajo medido	21 bandejas/min
--------------------------------	-----------------

Conflex # 2 2LP	1	2	3	4	Promedio
Tiempo de empaque (s)	1,66	1,63	1,64	1,67	1,65
Tiempo intermedio (s)	1,21	1,18	1,16	1,11	1,17

Ritmo de trabajo medido	17 bandejas/min
--------------------------------	-----------------

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXI proporciona los datos de las velocidades y se determina una velocidad arriba de 20 bandejas por minuto para las *conflex* 1 y 3 lo cual las hace efectivas, ya que las embandejadoras trabajan a una velocidad de entre 17 y 20 bandejas por minuto, la número 2 es la más lenta con 17 bandejas por minuto lo cual está ajustado a la velocidad de las embandejadoras, la más lenta tiene la misma velocidad habría que revisar y ajustar para lograr aumentar su velocidad.

Cabe mencionar también que adherido a la pérdida que requiere esta operación en gran parte el operario incurre en pérdidas de tiempo como platicar, momentos en que hay poca pila en el transportador (alimentación lenta por

parte del desembulkado o cambio de tarima), corregir posición de las pilas en las guías, cambio de presentación en las cuales tienen que vaciar todas las maquinas para volver a iniciar, entre otras.

Debido a la disposición de la utilización de la nueva maquinaria el propósito de esto es aumentar la producción y por ende la eficiencia del departamento, para ello se instalaron 2 embandejadoras automáticas las cuales deberían ser y trabajadas por un solo operador lo cual hasta el día de hoy ha sido casi imposible porque ambas máquinas aun necesitan ajustes mecánicos y la implementación de equipo que apoye la automatización para controlar las fallas.

Para determinar si es posible que trabajen de la manera que se requería inicialmente se vio la necesidad de realizar un diagrama hombre-máquina para una de las dos embandejadoras apoyado con la grabación en video del proceso de operación para verificar la disposición de tiempos del operador y las fallas de la máquina con el fin de determinar si es posible que el mismo operador trabaje las dos máquinas a la vez sin sobrecargarlo, ambas están diseñadas para ser solo alimentadas de bandeja y controlar su buen funcionamiento. Para efectos de presentación en el presente trabajo solo se mostrará la tabla resumen por lo extenso del diagrama. Dicho estudio dio los siguientes resultados.

- Resultados diagrama hombre-máquina embandejadora automática de Colombia

Al igual que los estudios anteriores para la elaboración del diagrama se llevó a cabo un estudio de una hora de duración a una sola toma, la cual se apoya en un video para que sea lo más exacto que se observó la operación de la máquina, así como el comportamiento del operador y los tiempos en los que

estuvo activo y los tiempos de ocio, con el objetivo de conocer la necesidad que un operario este destinado solamente a esta embandejadora.

Tabla XXII. **Datos de observación para el diagrama hombre-máquina embandejadoras automáticas**

Máquina	Embandejadora automática de Colombia
Hora	9:00 a.m.
Tiempo de observación	1 hora con 2 minutos y 40 segundos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Tiempos obtenidos de la realización del diagrama**

Resumen		
Operario		
T. activo(min)	T. no activo (min)	Total (min)
0:23:20	0:31:05	0:54:25
43,12 %	56,88 %	100 %

Máquina		
T. operación(min)	T. no opera. (min)	Total (min)
0:45:45	0:07:35	0:53:20
85,83 %	14,07 %	100 %
Frecuencia de revisiones		
28 ocasiones/hora		

Fuente: elaboración propia.

Al revisar y analizar el diagrama y el resumen en las tablas XXII y XXIII da como resultado que si es posible que el operador trabaje ambas máquinas, solo que como recomendación hay que hacer ciertos arreglos a las máquinas y al área de trabajo como mejorar la distribución para que el operador no tenga obstrucción en sus movimientos, colocar sensores que detecten desperfectos, la instalación de paros de emergencia a distancia para ambas máquinas, así cuando este en una pueda parar la otra sin necesidad de estar cerca y evitar desperdicios y finalmente ajustes a las mismas para que trabajen sin paros y fallas.

Nota: al tiempo de observación se le resto el periodo durante el cual la embandejadora dejo de operar debido a que el operario realizó otra actividad, lo cual redujo en 12,8 % el tiempo de observación.

2.4. Toma de tiempos para la estandarización puestos

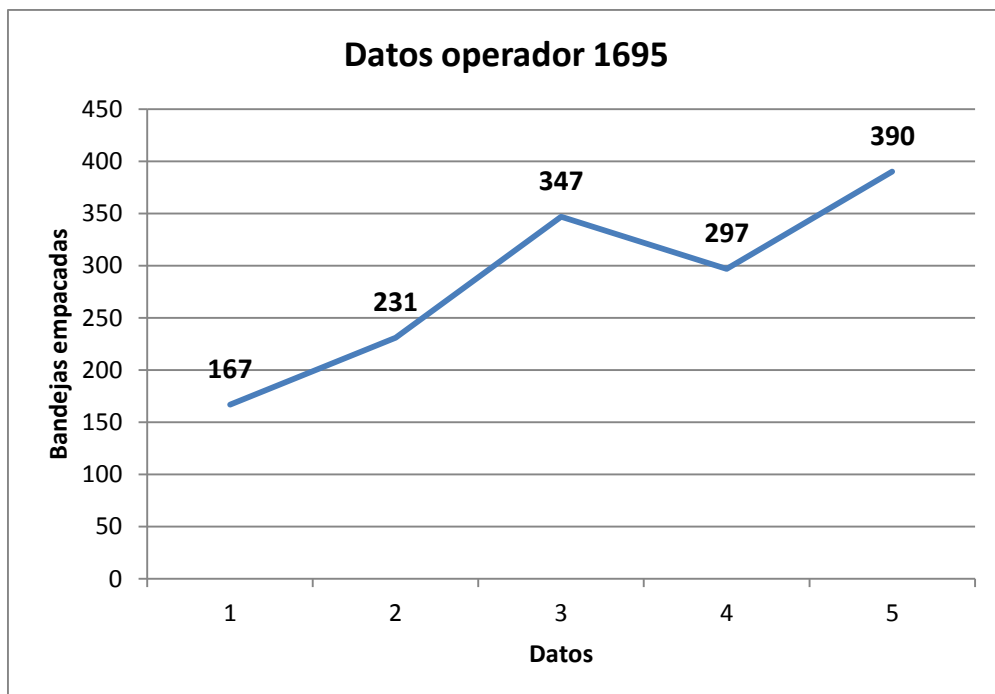
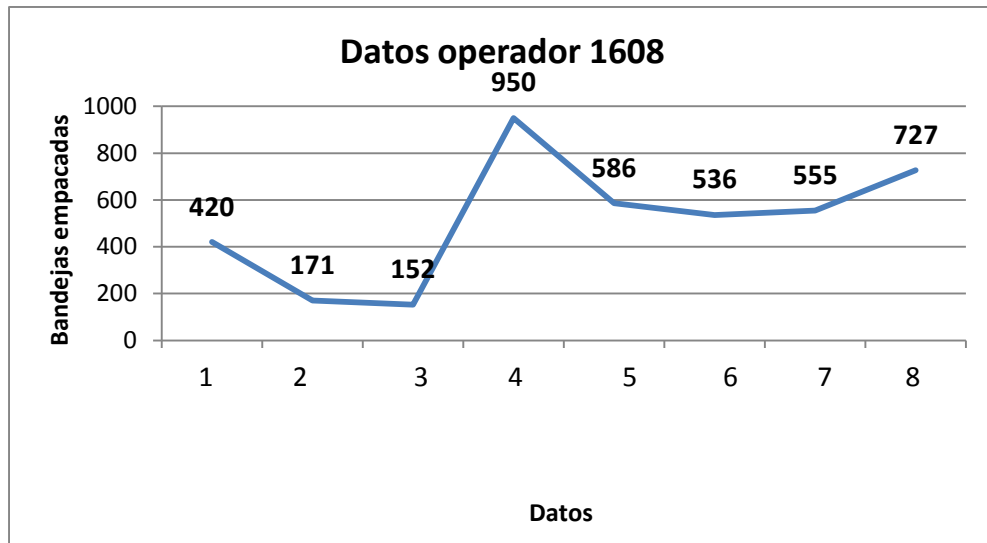
Como apoyo al estudio del trabajo también se incluye un análisis del rendimiento de los operarios para dicho análisis se apoyó con información, que ya se tenía en existencia en el departamento paro que no se le había dado uso efectivo más que como simple requisito dentro de las actividades diarias. Como base se tabularon los datos de las hojas de control de embandejado existentes que son datos históricos y que fueron tomados por los operarios mismos 100 % fehacientes del proceso productivo, esto se hizo de esta manera para tener un punto de referencia y verificar los posibles puntos de mejora aplicables que proporciona la información de la implementación de la metodología de hojas de verificación u hojas de control de procesos como herramientas para la resolución de problemas.

El objetivo primordial de esta exploración a los datos fue buscar al o los operarios más productivos (rápidos y estables durante el turno de trabajo) para estandarizar la operación de embandejado que como ya se mencionó anteriormente, es la parte que se convierte en el cuello de botella de la línea. Para efectos de la estandarización solo se presentan los datos tabulados que brindaron información de los operarios más constantes y con mejor promedio de producción en las embandejadoras siendo 4 los operarios elegidos quienes se identifican con número de índice 1608, 1688, 1695, 1763. Cabe destacar que los números de estas 4 personas tampoco son los esperados en cuanto a operación de las máquinas, pero se presentarán a manera de propuesta y que sirvan como base para una futura estandarización, en la cual se analicen los movimientos de estos y mejorarlos con fin de que sea una actividad con un porcentaje aceptable de productividad.

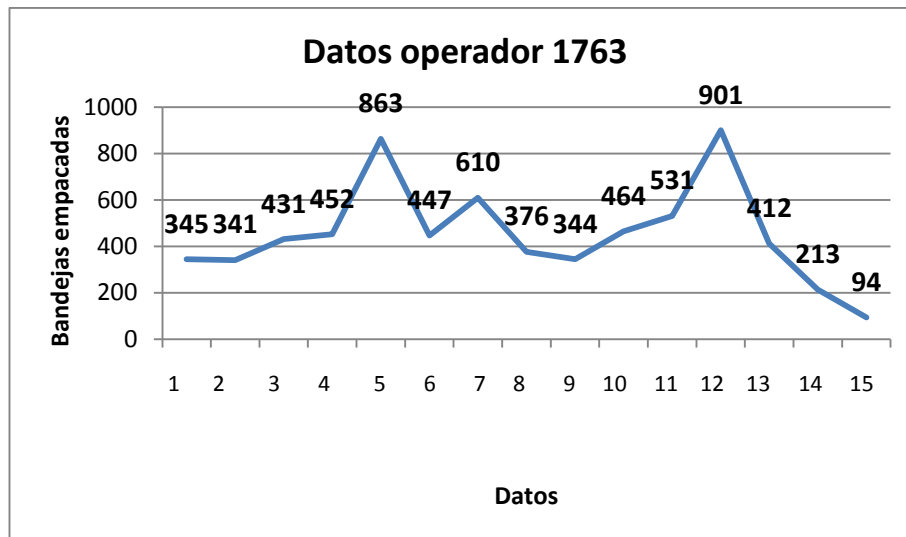
Los datos tabulados se encuentran en la tabla VII de este documento en esta parte solo se presentan de manera gráfica para tener una mejor visualización y percepción en cuanto a la producción de cada uno. Esta herramienta también proporcionó información acerca de las fallas que se dan en las máquinas, como pila que se traba o cae en los transportadores y chifles, problemas eléctricos y en las *conflex* problemas con el termoencogible. También como una de las mejoras implementadas esta la reestructuración de dicha hoja de control (ver figura 22) y tener una mejor fuente de información.

Las gráficas muestran la cantidad de bandejas empacadas por día con su respectivo dato y el número de identificación del operario. Como nota la información anotada en las hojas era un poco desordenada y en algunos casos incompleta lo cual hubo algunas hojas que se descartaron y algunos datos no presentaban fecha por lo cual no se conoce la causa por la cual los operarios no hacían las anotaciones debidas.

Figura 32. **Número de bandejas empacadas por operario en embandejadora núm. 1**

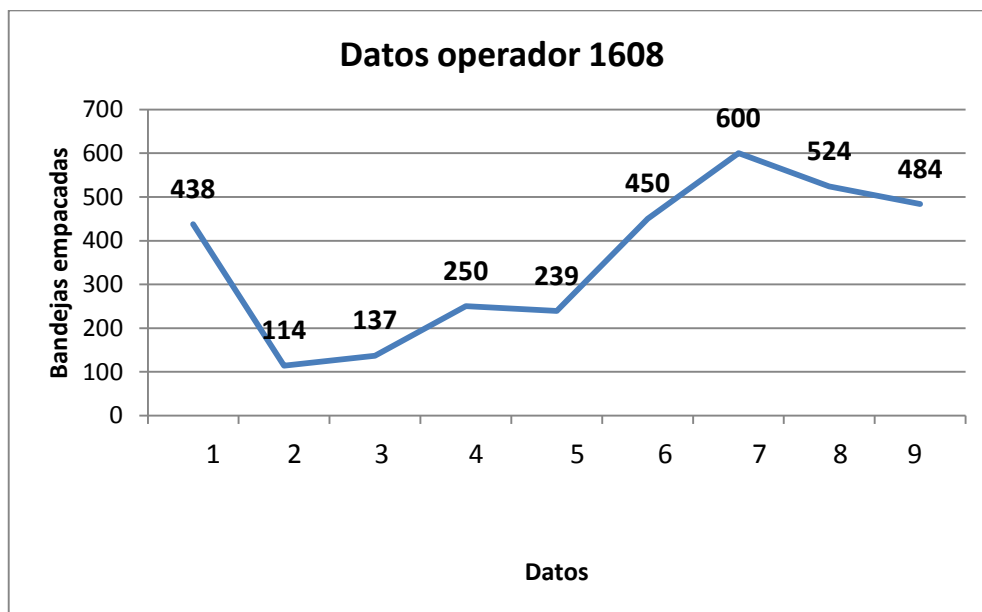


Continuación de la figura 32.

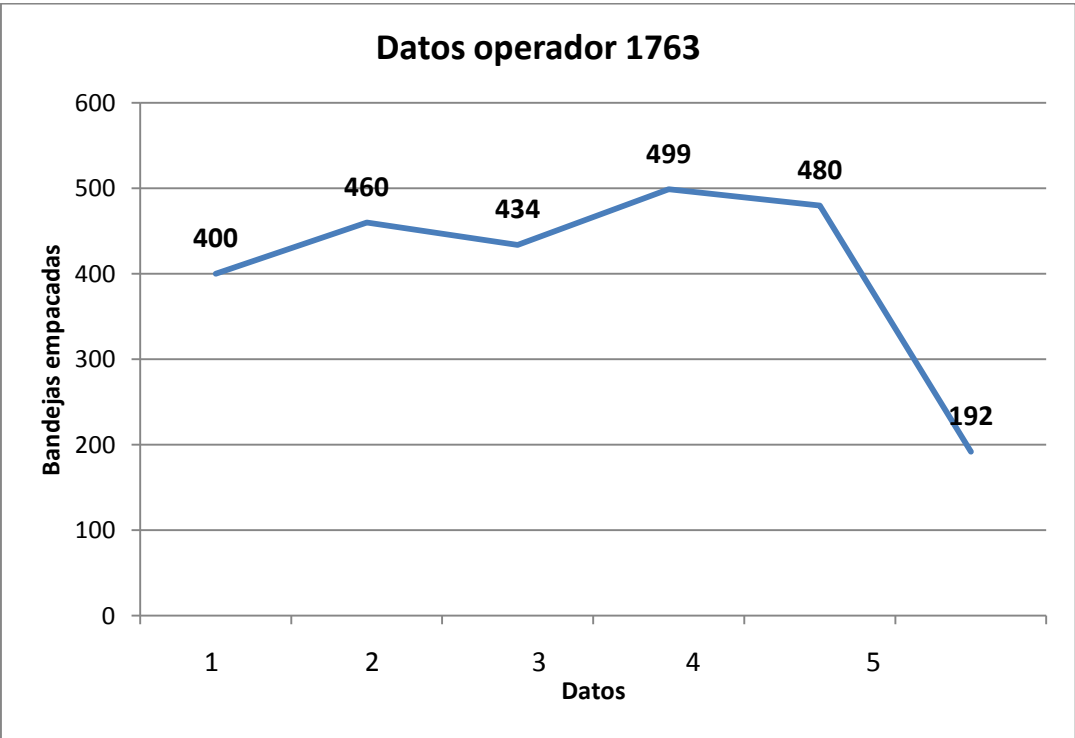
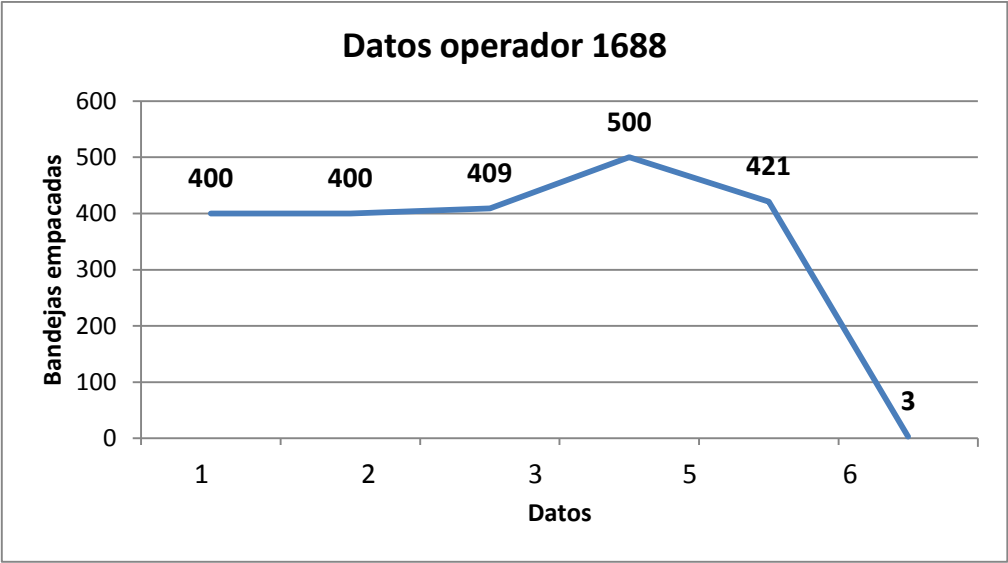


Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Número de bandejas empacadas por operario en embandejadora núm. 2**

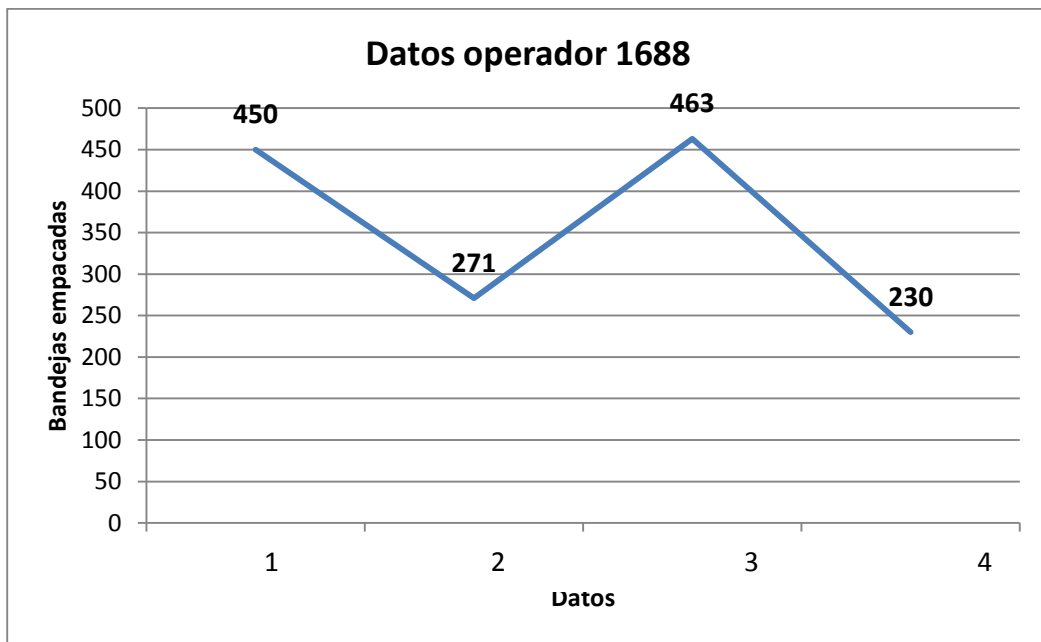
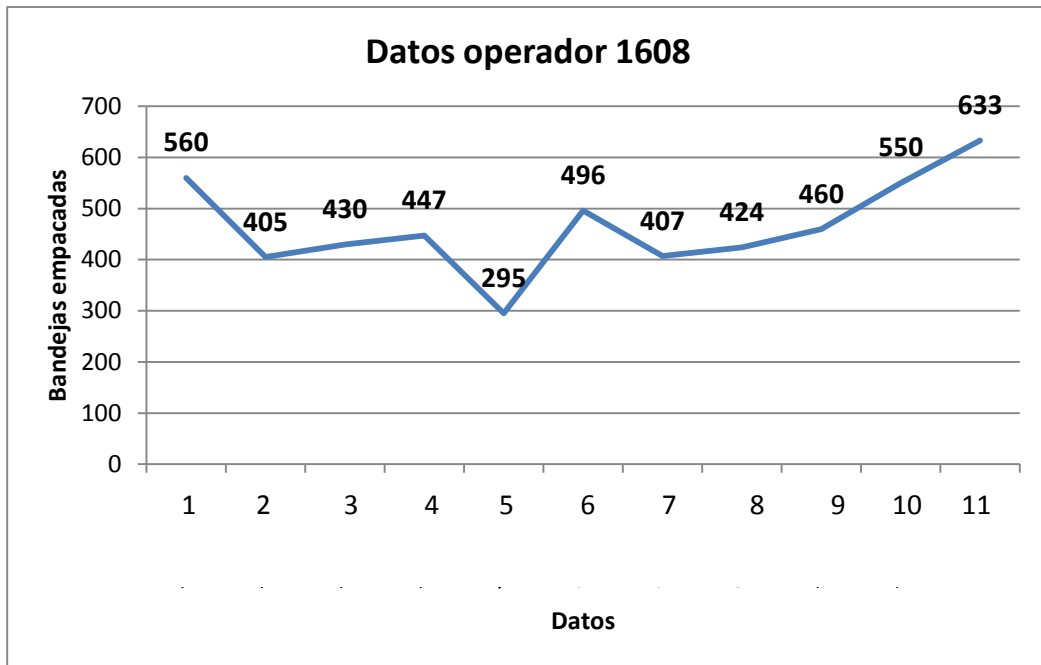


Continuación de la figura 33.

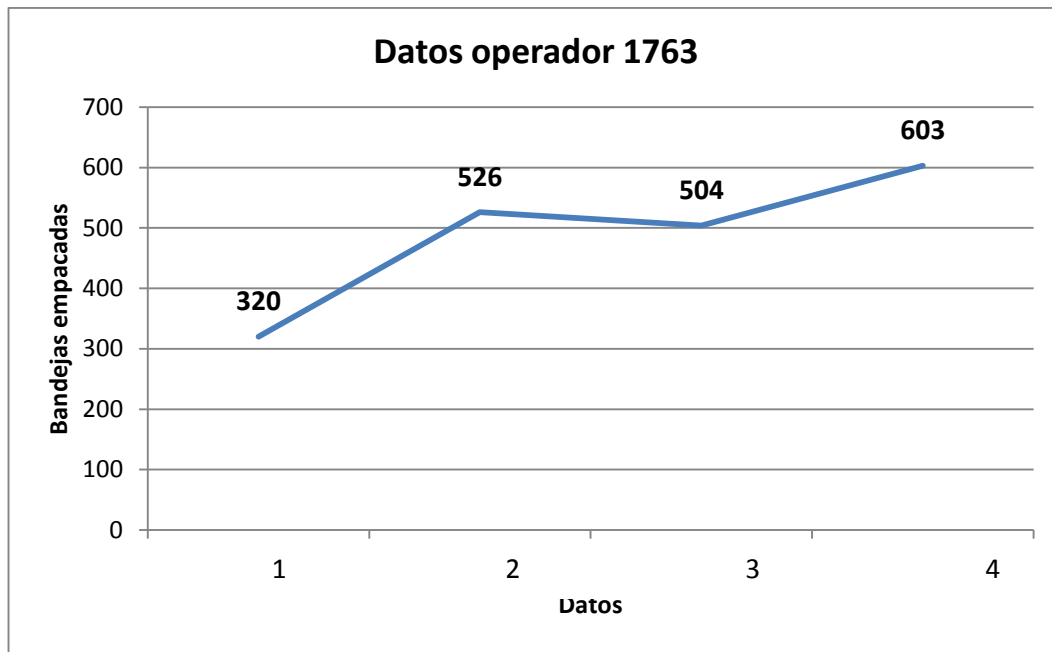


Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Número de bandejas empacadas por operario en embandejadora núm. 3**



Continuación de la figura 34.



Fuente: elaboración propia.

Las figuras 32, 33 y 34 son un extracto de los datos tabulados en la tabla VII de las hojas de control de embandejado que se tenía en el departamento, en esa primera parte se graficaron para conocer el comportamiento de la producción conforme transcurría la jornada (figuras 18, 19 y 20). En esta parte tienen como finalidad conocer que operarios muestran un desempeño más estable en el embandejado esto para que sirva como un inicio para la estandarización de puestos por parte de la gerencia o supervisión, después de realizados los gráficos se determinó que los operarios que tienen un mejor promedio de producción son los identificados con el número de índice 1608, 1688 y 1763 a los cuales se hace la recomendación de profundizar con un estudio de movimientos con más datos, debido a que estos son los que se rescataron de las hojas que se encontraron para conocer la manera en que

operan las embandejadoras y asimismo, mejorar los puntos débiles que posean.

De esta dos manera se aprovecharon los datos obtenidos ya que por parte de la empresa no se le había dado uso alguno, solo era un procedimiento más llenarlas, no se archivaban ni analizaban sino estaban por las máquinas regadas lo que llevó que se perdieran muchas. Pudiendo tener mucha más información útil de esta manera se dio a la tarea buscarlas, clasificarlas, numerarlas y tabularlas.

2.5. Implementación de las metodologías necesarias en el plan de mejora continua

En un plan de mejora continua se debe detallar una planificación que contenga las metodologías necesarias para que sea funcional, indicando primeramente las acciones que ayuden a reducir o eliminar el problema, asignar cada una de las tareas al personal a cargo que estará involucrado en cada una de las mejoras, también es importante definir el lugar donde se implementarán, como se van a desarrollar y el impacto que tendrán dentro del proceso, indicar el grado de necesidad que se tiene del desarrollo y el tiempo que llevará a cabo realizar los cambios y por último y no menos importante, el cual se puede considerar la meta principal si estas tendrán un costo y qué beneficio tendrán las áreas de aplicación y por ende la empresa.

Un plan es una herramienta que incluye acciones planeadas, organizadas, integradas y sistematizadas que implementa una empresa para producir cambios positivos dentro de los procesos, mediante la mejora de sus procedimientos y estándares de servicios. Para garantizar que estas acciones sean efectivas debe poseer los siguientes atributos:

- Detección de áreas de mejora (área de embandejado, rotación de puestos, estación de formado de cajas).
- Acciones de mejora (reestructuras formatos para recopilar información, conteos de desperdicios y reprocesos, estudio de tiempos en maquinaria, implementar 5S's y capacitaciones al personal).
- Programación de las acciones de mejora.
- Implementación de las mejoras (creación índice de desperdicio, propuesta de una nueva ruta de rotación, cambio de las hojas de control, automatizar formado de cajas).
- Seguimiento del plan de mejora continua.

2.5.1. Planificación del plan de mejora aplicado al departamento de empaque

La planificación es el resultado del ejercicio realizado, sin haber aplicado ningún orden de prioridad. Sin embargo, algunas restricciones inherentes a las acciones elegidas pueden condicionar su puesta en marcha o aconsejar retraso o exclusión del plan de mejoras. Es por lo tanto, imprescindible conocer el conjunto de restricciones que condicionan su viabilidad. Establecer el mejor orden de prioridad no es tan sencillo como proponer, en primer lugar, la realización de aquellas acciones asociadas a los factores más urgentes, sino que se deben tener en cuenta otros criterios en la decisión.

Para llevar a cabo las acciones de mejora propuestas es necesario especificar las tareas concretas que deberán realizarse para la consecución de los objetivos. Para ello hay que determinar quién es el responsable de la puesta en marcha y de la ejecución de las acciones de mejora, las diferentes tareas a desarrollar, los recursos humanos y materiales necesarios, el período de consecución, la fecha de inicio, los indicadores de seguimiento y los

responsables de realizar el control y seguimiento de las mismas. A continuación se describe la planificación que deberá seguirse para construir el plan de mejora continua que se describe en el inciso 2.5.2 y realizar el seguimiento a lo largo de su implantación.

- Identificación de las áreas de mejora. El diagnóstico de la situación actual del departamento (capítulo 1) será el punto de partida para la detección de las áreas de mejora. Es posible que el análisis de lugar a la aparición de fortalezas y debilidades que ayuden a mejorar el proceso.
- Detectar las principales causas del problema. Conocidas las áreas de mejora habrá que identificar las causas del problema siguiendo las recomendaciones establecidas con base en el diagnóstico.
- Formulación del objetivo. Una vez conocidas las causas que originaron el problema, se fija el objetivo a conseguir mediante las mejoras aplicadas.
- Selección de las acciones de mejora. La selección de las acciones de mejora es consecuencia lógica del conocimiento del problema, de sus causas y del objetivo fijado. Aplicando una metodología adecuada, tal y como se recomienda en el punto 2.5, se pueden seleccionar las acciones más apropiadas. El número de acciones dependerá de la complejidad del problema y de la organización de la gestión interna.
- Realización de una planificación y seguimiento. Ahora se está en condiciones de comenzar a elegir, de priorizar las acciones a implantar y de establecer el resto de elementos que son necesarios para conseguir el objetivo prefijado.

Una vez elegidas las acciones por orden de prioridad, se procede a construir el plan de mejoras incorporando también los elementos que permitirán realizar el seguimiento detallado del plan para garantizar su eficacia y eficiencia.

2.5.2. Procedimiento y pasos necesarios para la elaboración del plan de mejora continua que será aplicado al departamento de empaque en Rayovac Guatemala S.A.

A continuación se describen los principales pasos a seguir para la elaboración del plan de mejoras:

Tabla XXIV. **Procedimiento para la elaboración de un plan de mejora continua**

Procedimiento para la elaboración del plan de mejora continua aplicado al Departamento de Empaque en Rayovac Guatemala S.A.

I. IDENTIFICAR EL ÁREA DE MEJORA

Una vez realizado el diagnóstico, la unidad evaluada conoce las principales fortalezas y debilidades en relación al entorno que la envuelve. La clave reside en la identificación de las áreas de mejora teniendo en cuenta que, para ello se deben superar las debilidades apoyándose en las principales fortalezas.

II. DETECTAR LAS PRINCIPALES CAUSAS DEL PROBLEMA

La solución de un problema y por lo tanto la superación de un área de mejora, comienza cuando se conoce la causa que lo originó. Existen múltiples herramientas metodológicas para su identificación, cabe destacar:

- Análisis Foda (no se aplicó en este proyecto).
- Árbol de problemas (no se aplicó en este proyecto).
- Diagrama de espina (causa-efecto).
- Diagrama de pareto.
- Diagrama de flujo.
- Lluvia de ideas.

Continuación de la tabla XXIV.

- Los 5 porque (no se aplicó en este proyecto).

La utilización de alguna de las anteriores o de otras similares ayudará a analizar en mayor profundidad el problema y preparar el camino a la hora de definir las acciones de mejora.

III. FORMULAR EL OBJETIVO

Una vez se han identificado las principales áreas de mejora y se conocen las causas del problema, se han de formular los objetivos y fijar el período de tiempo para su consecución. Por lo tanto, al redactarlos se debe tener en cuenta que han de:

- Expresar de manera inequívoca el resultado que se pretende lograr.
- Ser concretos.
- Estar redactados con claridad.

Asimismo, deben cumplir las siguientes características:

- Ser realistas: posibilidad de cumplimiento.
- Acotados: en tiempo y grado de cumplimiento.
- Flexibles: susceptibles de modificación ante contingencias no previstas sin apartarse del enfoque inicial.
- Comprensibles: cualquier agente implicado debe entender qué es lo que se pretende conseguir.
- Obligatorios: existir voluntad de alcanzarlos, haciendo lo necesario para su consecución.

Continuación de la tabla XXIV.

IV. SELECCIONAR LAS ACCIONES DE MEJORA

El paso siguiente será seleccionar las posibles alternativas de mejora para, posteriormente, priorizar las más adecuadas. Se propone la utilización de una serie de técnicas (tormenta de ideas, entre otras de utilidad) que facilitarán la determinación de las acciones de mejora a llevar a cabo para superar las debilidades. Se trata de disponer de un listado de las principales actuaciones que deberán realizarse para cumplir los objetivos prefijados.

V. REALIZAR UNA PLANIFICACIÓN

El listado obtenido es el resultado del ejercicio realizado sin haber aplicado ningún orden de prioridad. Sin embargo, algunas restricciones inherentes a las acciones elegidas pueden condicionar su puesta en marcha o aconsejar postergación o exclusión del plan de mejoras. Es, por lo tanto, imprescindible conocer el conjunto de restricciones que condicionan su viabilidad. Establecer el mejor orden de prioridad no es tan sencillo como proponer, en primer lugar, la realización de aquellas acciones asociadas a los factores más urgentes, sino que se deben tener en cuenta otros criterios en la decisión. Entre los principales se puede encontrar:

- Dificultad de la implantación: la dificultad en la implantación de una acción de mejora puede ser un factor clave a tener en cuenta, puesto que puede llegar a determinar la consecución, o no, del mismo. Se procederá a priorizarlas de menor a mayor grado de dificultad.

Continuación de la tabla XXIV.

- Plazo de implantación: es importante tener en cuenta que hay acciones de mejora, cuyo alcance está totalmente definido y no suponen un esfuerzo excesivo, con lo que pueden realizarse de forma inmediata o a corto plazo. Por otro lado, existirán acciones que necesiten la realización de trabajos previos o de un mayor tiempo de implantación.
- Impacto en la empresa: se define como impacto el resultado de la actuación a implantar, medido a través del grado de mejora conseguido (un cambio radical tiene un impacto mucho mayor que pequeños cambios continuos). Es importante también tener en cuenta el grado de evolución al que afecta la medida. Si ésta afecta a varias operaciones su impacto será mayor y la prioridad también deberá serlo.

VI. SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MEJORAS

El siguiente paso es la elaboración de un cronograma para el seguimiento e implantación de las acciones de mejora. En el mismo, se dispondrán de manera ordenada las prioridades con los plazos establecidos para el desarrollo de las mismas.

Continuación de la tabla XXIV.

VII. DIAGRAMA DE FLUJO Y PROCESOS PARA EL PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA CONTINÚA

Diagrama de flujo de proceso	
Ubicación	Departamento de empaque Rayovac Guatemala S.A.
Actividad	Implementación plan de mejora continua

Símbolo	Actividad
---------	-----------

No.	▽	⇒	○	□	D	◇	Descripción
1			●				Identificar el área de mejora
2				●			Detectar causas del problema
3				●			Analizar causas
4						●	Decidir herramientas a utilizar
5	●						Documentar herramientas a utilizar
6						●	Decidir acciones para eliminar causas
7			●				Formular objetivos
8	●						Documentar los objetivos
9						●	Seleccionar acciones de mejora
10			●				Realizar una planificación
11	●						Documentar planificación
12			●				Seguimiento del plan de mejoras

Resumen		
Actividad		Cantidad
Operación	●	4
Transporte	⇒	0
Demora	D	0
Inspección	□	2
Almacenaje	▽	3
Decisión	◇	3

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Recursos de planificación necesarios aplicables al departamento de empaque para desarrollar el plan de mejora continua

A continuación se enlistan una serie de recursos que se proponen como una guía para la implementación de mejoras dentro de la empresa, como un apoyo para la realización de un plan de mejora continua mostrado en el inciso anterior.

Tabla XXV. **Recursos de planificación**

Los recursos de planificación que se aplican al plan de mejora

Un plan de mejora debe fijar objetivos, diseñar acciones, nombrar responsables de cada actuación, disponer recursos para llevar a efecto la medida, prever un procedimiento o método de trabajo, establecer un calendario y, un aspecto muy importante, tener previsto un sistema para comprobar si se ha cumplido cada objetivo, es decir, se debe establecer indicadores que apoyen a la producción y así medir su mejora.

- **Objetivos:** los objetivos establecidos sean medibles. Tales como:
 - Diseñar e implementar un sistema de mejora continua en la empresa, a fin de aumentar la productividad y rentabilidad de la empresa.

Continuación de la tabla XXV.

- Lograr el compromiso de los trabajadores con respecto a mejora continua, mediante la cual se mejoren los métodos de trabajo.
 - Realizar un seguimiento y control de las variables del proceso para asegurar una eficiente producción, y confiabilidad del producto final.
 - Aumentar el nivel de mantenimiento de la empresa y asegurar la operatividad continua de la maquinaria por medio de la retroalimentación de información proporcionada por los operadores anotándolas en las hojas de control de embandejado (figura 22) y las boletas de fallas mecánicas (figura 54).
- Acciones: acciones concretas que deben realizarse para alcanzar el objetivo. Cada objetivo puede concretarse en una o más actuaciones. Por ejemplo, analizar en dos reuniones de departamento o ciclo un documento y proponer acciones concretas que llevar a cabo en esos organismos.
- Responsable: persona a la que se le encomienda la tarea de diseñar las actuaciones, ocuparse de su seguimiento, vigilar el cumplimiento de los plazos, entre otros. Dentro de la empresa de Rayovac como primera línea es el jefe de producción, seguidamente del supervisor del departamento, siendo este la persona indicada, es quien está involucrado en el proceso de empaque y a quien se le piden resultados.

Continuación de la tabla XXV.

- Recursos: medios que se disponen para desarrollar una actuación. Puede tratarse de documentación, normativas, bibliografía, esquemas de trabajo, entre otros.
- Procedimiento de trabajo: es la manera en que se va a desarrollar la acción prevista. Debe especificar, por ejemplo, en qué momentos se va a realizar esta acción, qué metodología de trabajo se va a seguir (trabajo individual, puesta en común, uso del correo electrónico), entre otros.
- Calendario: precisa cuánto tiempo se va a dedicar a cada acción o a cada fase de ella. Puede incluir también momentos de seguimiento de las acciones.
- Indicadores: son medios para comprobar de forma objetiva si se acerca al objetivo previsto y si las acciones se han desarrollado según lo previsto. Hay indicadores de diferente tipo. Unos se refieren a cosas muy concretas como, por ejemplo, entregar en plazo un documento con propuestas concretas. Otros se expresan mediante un índice, por ejemplo, cantidad de desperdicio. Todos estos ejemplos tienen en común que la forma de expresar los indicadores debe permitir constatar y comprobar su cumplimiento. Para este proyecto de mejora se desarrollaron los índices de embandejado, control de desperdicios e índice de reprocesos además de los que la empresa ya contaba como el de índice de eficiencia diaria.

Fuente: elaboración propia.

2.5.4. Personal y equipo instalado en el departamento de empaque implicado en la planificación de la elaboración del plan de mejora

La planificación del plan se debe hacer en base a los 15 operarios con los que cuenta el departamento así como equipo que son 2 desembulkadoras, 4 probadoras 4-1, 2 probadoras 8-1, 4 embandejadoras manuales para 12, 24 y 20 unidades, 2 embandejadoras semiautomáticas para 24 unidades, 2 embandejadoras semiautomáticas para 20 unidades (*window pack*), 5 selladoras *conflex*, 2 selladoras de cortina, 5 hornos y una encintadora de caja master.

El departamento cuenta con un sistema de rotación del personal por cada estación de trabajo con el fin de reducir el cansancio que ocasionan algunas operaciones como lo es el desembulkado (colocar bandejas de 145 pilas en la máquina para ser depositadas en la banda transportadora hacia las probadoras) y la estiba.

Esta rotación se lleva a cabo cada hora en el que los operarios siguen un orden ya establecido para dirigirse a la estación que les corresponde asignados de la siguiente manera:

- 2 operarios en desembulkado
- 2 operarios en probadoras
- 1 operario en inspección de pila
- 5 operarios en embandejado
- 2 operarios en llenado de caja master
- 1 operario en estiba

2.5.5. Costos incurridos en los recursos aplicables al depto. de empaque en la planificación el plan

Los costos para llevar a cabo las metodologías propuestas son más que todo, trabajos de mantenimiento que se llevan a cabo por parte del mecánico asignado al departamento de empaque, siendo este el costo de mano de obra absorbido por la empresa.

Además los costos de la implementación de piezas de recambio para mejorar el desempeño del equipo instalado, estos repuestos la empresa mantiene un *stock* en bodega que cubre cualquier eventualidad o desperfecto, para lo cual el departamento de compras y taller maneja los costos incurridos en la fabricación de las piezas.

2.5.6. Reporte sobre los avances logrados de la implementación del plan de mejora

A continuación se muestra la tabla XXVI con el plan de mejora continua algunas se dieron durante el tiempo en que se desarrollo el proyecto y otras que su consecución era más prolongada, por lo que quedaron a cargo del supervisor del departamento.

Se muestra el porcentaje del avance de ellas también cabe destacar que otras se completaron y se explicaron en sus incisos correspondientes como el caso de la creación del índice de desperdicio y la reestructuración de la hoja de control de embandejado. En la tabla se trato de enlistar aquellas que aportar más beneficio al proceso tanto como ahorro económico o aumento de la eficiencia. Los datos son proporcionados directamente de los cálculos que el supervisor del departamento desarrolla, por ser el

encargado de presentar el estado en el que se encuentra su departamento como parte del proceso *lean* que está implementando actualmente la empresa. En la tabla XXVI se muestra el proyecto, el encargado de realizarlo y el avance del mismo.

Tabla XXVI. **Mejoras aplicadas al departamento de empaque en Rayovac Guatemala S.A.**

Proyecto	Responsable	Estado (%)
5S's	J.P/D. Gonzales/operadores	50
Cobertores de tarimas	J.P	30
Propuesta de <i>layout</i> con llenadora ,armadora de caja y selladora	D. Gonzales	100
Mejoras <i>window pack</i>	G. Escobar	75
Rotulación y pintura de áreas	D. González J.P/personal externo	60
Limpieza de inyectores embandejadora automática	Departamento eléctrico	0
Disminución del desperdicio	G. Escobar	40
Instalación de sensores y paros automáticos embandejadoras automáticas	Eléctrico	0

Fuente: elaboración propia

2.5.7. Evaluación del desempeño de las actividades realizadas a fin de conocer si se están logrando los objetivos del plan de mejora

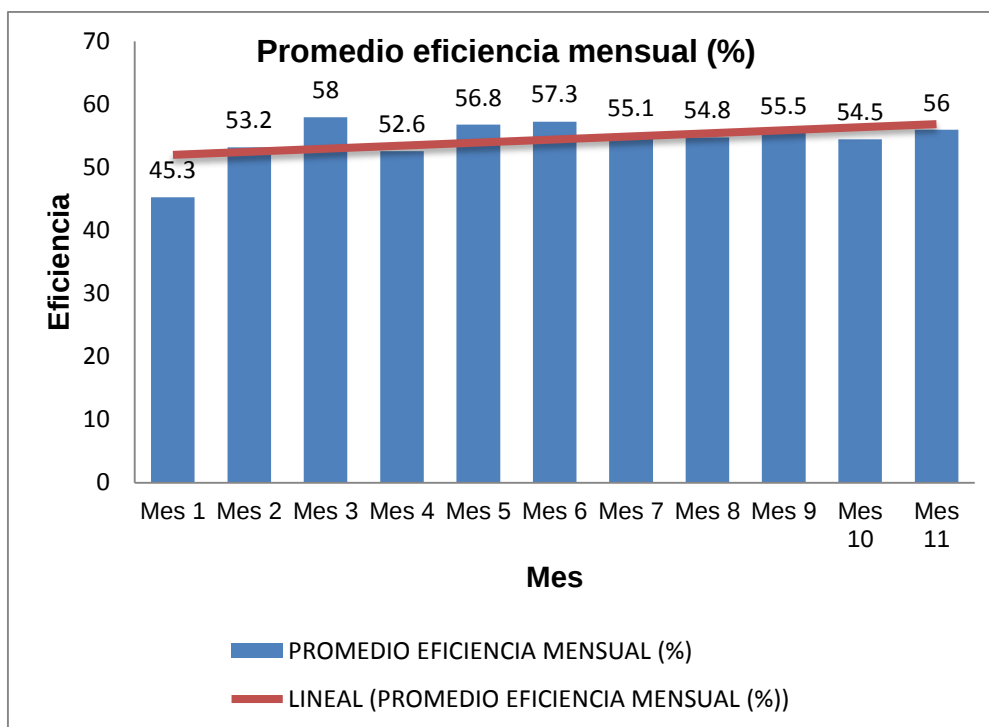
- Análisis comparativo eficiencia actual vrs. eficiencia mejorada

Para iniciar la evaluación se realizó una comparación de las eficiencias para conocer su comportamiento y si las actividades realizadas fueron satisfactorias. Se muestra una tabla y su gráfica donde se observan las eficiencias de los meses 1 al 11 con su promedio en dicha gráfica se denota un leve aumento y más estabilidad en el proceso se puede considerar que fue poco lo que se logró pero hay que tomar en cuenta que muchas de las actividades se iniciaron de cero, la línea de tendencia evidencia el aumento mencionado.

Tabla XXVII. Eficiencia actual vrs. eficiencia mejorada

Mes	Promedio eficiencia mensual (%)	
Mes 1	45,3	
Mes 2	53,2	
Mes 3	58	
Mes 4	52,6	
Promedio	52,27	Actual
Mes 5	56,8	
Mes 6	57,3	
Mes 7	55,1	
Mes 8	54,8	
Mes 9	55,5	
Mes 10	54,5	
Mes 11	56	
Promedio	55,7	Mejorada

Continuación de la tabla XXVII.



Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestran datos que permiten conocer el desempeño de algunas de las actividades propuestas entre las mejoras aplicables al proceso para evaluar por medio de los índices creados y mostrados en este capítulo como lo es el de desperdicio, y los ya existentes que se reestructuraron como el índice de eficiencia diaria mostrado en la figura 28 para conocer si realmente se han cumplido con los objetivos propuestos o si es necesario algún ajuste en la metodología de aplicación. Las siguientes actividades se muestran por su beneficio que aportan al proceso generando un ahorro o un aumento en la eficiencia operacional. Estas son solo algunas de las que se propusieron en el plan de mejora continua derivadas de los estudios que se realizaron en la línea buscando mejorar el proceso. Según los datos proporcionados han

cumplido con los objetivos por los que se crearon cada una de las propuestas por medio de sus beneficios aportados.

La productividad se calcula por medio de los datos de producción diaria que se llevan en el departamento, así como el personal y el tiempo o jornada trabajada comparándola así con las rutas establecidas para cada presentación dato calculado por el jefe de producción y gerencia, dichas rutas se miden en bty/hh, la productividad mostró cierto aumento en las áreas en las que se aplicaron algunas mejoras que se describen en el presente informe los puntos donde se denoto mejora se describen en el inciso 2.5.7 de este capítulo además a continuación se muestran unos datos de productividad que mostro aumento gracias a los trabajos realizados presentados por la supervisión hacia la gerencia.

Presentación	Ruta	
Charola 24u	3730	bty/hh
Window pack 20u	2379	bty/hh

Ecuación utilizada para el cálculo de la productividad diaria en el departamento de empaque de Rayovac Guatemala S.A.

$$\text{Productividad} \left(\frac{\text{bty}}{\text{hh}} \right) = \frac{\text{Total empackado (bty)}}{\text{Horas hombre (hh)}}$$

$$\text{Productividad (\%)} = \frac{\text{Productividad (bty/hh)}}{\text{Ruta establecida (bty/hh)}} * 100$$

En algunos casos se convierte a fardos/hora para efectos de presentar en los informes solo se multiplica por la cantidad de bty que tiene cada fardo, según su presentación que podría ser de 480, 288 y 240. Los datos de

eficiencias y producción históricas y actuales se pueden observar en las figuras 15,16, 29 y 31.

Aspectos del nuevo *layout*

- Se puede modificar la capacidad de la línea de acuerdo a los requerimientos de empaque.
- Se eliminan limitantes de configuración de empaque (+*bulk* móvil).
- Aumento de productividad.
- Ahorros.

Tabla XXVIII. **Ahorros obtenidos**

Beneficio por reducción	Ahorro \$ / año
2 hornos	\$ 5 950
1 operador	\$ 8 000

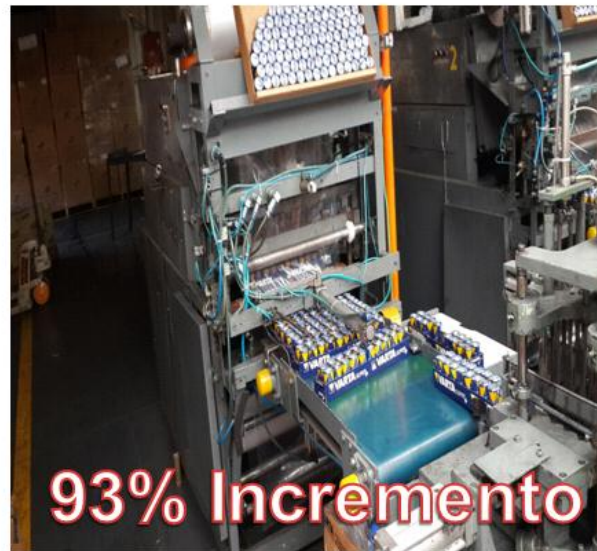
Fuente: elaboración propia.

- Productividad *window pack*

Figura 35. Mejoras *window pack*

Mejoras
A. Separadores de pila
B. Alimentación termoencogible
C. Pulso de aire
D. Guías para termoencogible

38.6 Fardos/hora



Fuente: elaboración propia.

- Disminución de desperdicio

Comparando la tabla I y XI referentes al índice de desperdicios en las cuales se enlistan tres materiales que son bandejas, caja master y plástico termoencogible que se utilizan en el proceso de empaque de la pila y derivado de distintas causas mostradas en el diagrama de causa-efecto de la figura 14 y 17 además de la tabla XIII conjuntamente con los desajustes y desperfectos de la maquinaria provocan que estas materiales se desperdicien, ya que al tener algún defecto se rechazan y no se puede reutilizarlos a continuación se presenta una tabla comparativa de los datos obtenidos de ambas tablas.

Tabla XXIX. **Datos comparativos de desperdicios**

	Bandeja		Caja		Termoencogible		% Reducción		
	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Bandeja	Caja	Termo encogible
Semana 1	302	147	56	38	7,4	6,38	51,3	32,1	13,8
Semana 2	387	169	58	47	7,6	6,33	56,3	19,0	16,7
Semana 3	304	190	47	43	7,4	6,73	37,5	8,5	9,1
Semana 4	303	273	87	61	6,8	5,48	9,9	29,9	19,4
Semana 5	164	93	40	38	3,3	4,91	43,3	5,0	0,0
Promedio							39,7	18,9	11,8
									Total %
									70,4

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de los costos el total fue proporcionado por la jefatura de producción, ya que por incluir costos de materiales o materias primas por políticas no fueron proporcionados los valores individuales. El costo del ahorro que se logró obtener en un mes de análisis se presenta a continuación.

Q79 111,00

-75 % Q59 333,00

- Ahorro estimado de \$5k por cambios rápidos

Tabla XXX. Ahorros en cambios

		Tiempo	
Cambios por semana	6	20	min
Semanas efectivas x año	49	5 880	min
Operadores departamento	15	76 440	min
Horas al año	1 274		
Costo por hora	32		
Costo anual	Q 40 768,00	\$ 5 096,00	

Fuente: elaboración propia.

- Matriz de causas y soluciones para reprocesos

Tabla XXXI. Causas de reprocesos

Defecto	Qué lo provoca	Alternativas de solución:
Defecto de pila: defectos de pila en general en la bandeja.	Deficiencias en el manejo de la pila	Mejorar inspección y desembulk
Termoformado flojo: plástico simplemente flojo.	Desajustes de <i>conflex</i> y cambio en temperatura de hornos	Ajuste de <i>conflex</i> , cambio de material
Termoencogible flojo y defectuoso: emplastificado flojo y con rebaba en los cortes.	Desajuste de <i>conflex</i>	Ajuste de <i>conflex</i>
	Variación de temperatura en hornos	Choque térmico
	Defectos de material	Cambiar material
Mal sello: el plástico no ha sido sellado al 100 %.	Acumulación de material en cuchillas de <i>conflex</i>	Cambiar material

Continuación de la tabla XXXI.

Plástico roto: el plástico está roto pero no debido al mal sello.	Variación de temperatura en hornos	Ajuste de hornos
Quemado: plástico dañado en costuras y demás al pasar en el horno.	Variación de temperatura en hornos	Ajuste de hornos
	Acumulación de bandejas en rapistanes y fajas	Mejorar flujo de bandejas
Termoformado apretado: plástico demasiado encogido luego de pasar por el horno.	Variación de temperatura en hornos	Ajuste de hornos
Bandeja dañada: daños en bandeja en general.	Deficiencias en el manejo de bandeja	Mejorar manejo de operadores
	Defectos en bandeja por proveedor	Mejorar calidad con el proveedor
Dúplex: 2 bandejas se emplastican.	Velocidad de <i>conflex</i>	Ajuste de <i>conflex</i>
Mal embandejado: pilas de más o menos en la bandeja.	Deficiencia de operación	Mejorar manejo de operadores
Fin de rollo: se termina el rollo de plástico provocando emplastinado incompleto.	Deficiencia de operación	Mejorar manejo de operadores

Fuente: elaboración propia.

2.6. Costos de la propuesta

Los costos de la implementación de las metodologías propuestas incurren mayormente en gastos de papelerías, impresiones, compra de relojes digitales. Los costos de realizar los estudios son relativamente bajos, ya que todos son de observación directa realizados por el estudiante de EPS, sin devengar un sueldo que sea considerado un gasto para la empresa. Los datos se describen a continuación:

Tabla XXXII. **Costos de la propuesta**

Cantidad	Descripción	Costo
1	Ciento de hojas papel bond 80 grs.	Q 10,00
40	Impresiones	Q 25,00
4	Relojes digitales	Q 120,00
3	Lapiceros	Q 6,00
8	Protectores para hojas	Q 40,00
1	Marcador permanente	Q 8,00
1	Marcador para pizarra	Q 10,00
	Total	Q 219,00

Fuente: elaboración propia.

También se destaca que el uso de computadora, cámara fotográfica e internet fueron proporcionados por la empresa, lo cual se considera sin costo adicional.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE UNA NUEVA MÁQUINA DESTINADA A LA FORMACIÓN DE CAJAS PARA EL EMPAQUE FINAL

3.1. Estudio de la situación actual

Dentro de los objetivos trazados para el proyecto estaban la creación de índices, propuestas de mejora y la disminución de costos y automatización de procesos, esto último lleva a una actividad que surgió debido a la situación que se vive en la planta en la que se busca automatizar el proceso lo más que sea posible para reducir puestos y costos en los procesos productivos, conjuntamente entre gerencia de producción y supervisión del departamento, se llegó a la conclusión que un punto de mejora aplicando automatización y lograr un ahorro es la eliminación del puesto de formador de caja master actividad 100 % manual que involucra a un operador directamente el cual toma la caja plegada del fardo, formándola y aplicándole pegamento de cola, la cual se utiliza para depositar las bandejas con pilas para ser utilizada como empaque final y para estiba del producto para su transporte.

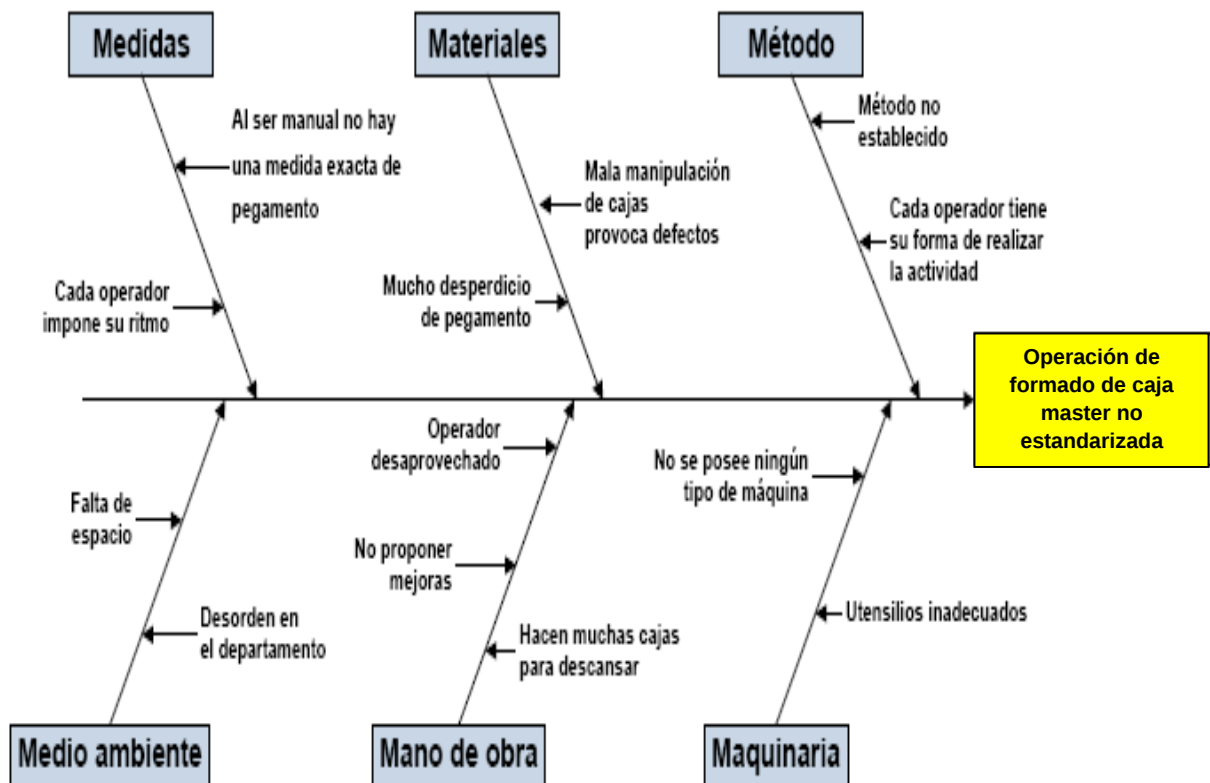
Se realizó un estudio de tiempos para corroborar la factibilidad de la implementación de una máquina que reemplace al operario destinado para dicha actividad dicho estudio dio datos como un operador estándar tarda entre 15 y 20 segundos en formar una caja, dicho tiempo se prolonga cuando tiene que recargar de pegamento la bandeja o tiene que ir por más fardos de cajas a la tarima. Por otra parte los operadores en la estación de llenado utilizan una caja cada 30 segundos para lo que se requiere que al menos la nueva máquina cumpla con esta demanda de dos cajas por minuto, se tiene previsto que sea

más veloz y que posea una banda transportadora para acumulación, previendo cualquier inconveniente en el funcionamiento de la máquina.

Como primer punto se estudió el área disponible con la que cuenta dicha estación de trabajo, unas de las limitantes es el poco espacio libre con el que cuenta el departamento y el otro objetivo adherido a este proyecto en el que se busca el orden y la optimización del área y que en este capítulo se hace hincapié en la metodología 5`s y unas propuestas de reestructuración del *layout* del departamento descrito en el inciso 3.4 y 3.5 donde se amplía la información con respecto a la reducción y automatización de la estación de formado de caja master.

Como apoyo al estudio inicial de la situación actual de la estación de formado de caja, se desarrolló un diagrama de causa efecto en el que se enlistan las variables implicadas en todo proceso para que de esta manera tener una mejor visión de la actividad realizada por los operadores.

Figura 36. Diagrama causa-efecto para la estación de formado de caja master



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2007.

Figura 37. **Fardos de caja plegada, caja armada, solapas inferiores con pegamento**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 36 muestra el diagrama de causa-efecto para esta estación y la figura 37 muestra una caja plegada y ya formada con las solapas untadas de pegamento, actividad realizada en este puesto de trabajo.

La idea principal fue eliminar el puesto creando una máquina mecánica o automática a bajo costo, ordenar el área de empaque y aumentar la eficiencia utilizando menos personal, dichos requerimientos son que sea el mismo operario que estiba quien alimente la caja plegada a la máquina y que forme y aplique pegamento a la caja y algo importante que sea ajustable para los distintos tamaños de caja con los que se trabaja en el departamento. Basado en los requerimientos llevó a buscar y realizar el diseño de una máquina que cumpla con las especificaciones de gerencia lo que llevó a obtener 3 diseños.

3.1.1. Estación de trabajo

La empresa tiene presentaciones de caja de cartón corrugado de 288, 480 pilas para la marca Rayovac y 240 pilas para la marca varta, estas cajas son distribuidas en fardos de 25 cajas plegadas. El operario en la estación de formado de caja tiene como finalidad formar la caja plegada a su forma cúbica, aplicar pegamento de cola blanca en las solapas inferiores, lo que realiza por medio de unas brocha (frontal y trasera) hecho esto proporcionárselas a los operarios que están en la estación de llenado.

Ellos depositan las bandejas de 12, 20 y 24 unidades dentro de ellas para luego pasar la caja en la encintadora que le inyecta pegamento de cola a las solapas superiores (laterales) y finalmente cinta adhesiva transparente para un sellado perfecto, esto se hace por requerimiento del departamento de calidad para protección del producto y contra robo del mismo. Al salir de esta máquina se estiba y es trasladada a la bodega de producto terminado para su distribución en el mercado nacional y exterior.

3.1.2. Herramientas y equipos a utilizar

Como seguimiento al estudio del trabajo que se realizó en el capítulo 2 se describe la estación de trabajo para formar caja y la necesidad de eliminar ese puesto por medio de automatización apoyado con neumática, mecanismos y diseño de máquinas que son herramientas de ingeniería mecánica.

3.2. Diseñar un proceso ágil

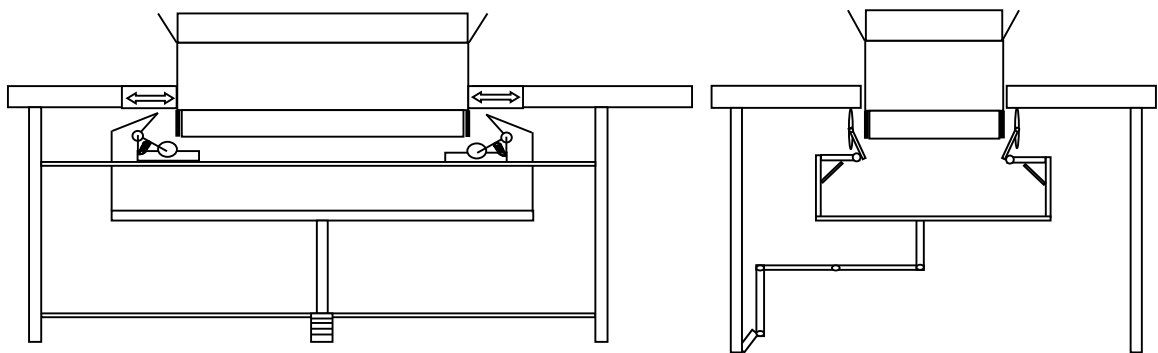
El proceso actual de formar caja es una actividad 100 % manual, debido a las exigencias y tendencias del mercado a la disminución del consumo de pilas de zinc carbón, la empresa ha buscado puntos que incurran en la disminución de costos que sean aplicables a materia prima, mano de obra, renovando o automatizando a base de neumática, el equipo instalado para disminuir el consumo eléctrico, entre otros.

Basado en los requerimientos y en las necesidades de la gerencia se estableció primeramente la idea central de eliminar el puesto de formado de cajas, más no la operación, ya establecido este objetivo se inició con la propuesta del diseño de una máquina que formará la caja ya sea mecánica o automática limitando el diseño el espacio disponible, ya que el departamento de empaque es el que menos área disponible posee para aplicar nuevas mejoras en el proceso.

En total se trabajaron 3 diseños de los cuales dos son mecánicos y un tercero que cuenta con sistema neumático y automatización más formal para hacer la actividad más ágil y versátil y obtener el más óptimo desempeño. En el primer diseño que se observa en la figura 37 se modificó la estación de llenado, con la idea que sean los mismos operarios en esta estación fueran quienes

formaran su propia caja, imponiendo su ritmo de consumo de las mismas, en esta propuesta se cambió la mesa por una con un orificio en el que se ingresa la caja después de ser plegada este es ajustable a las distintas presentaciones, esta nueva mesa contaría con mecanismos simples de palancas para los movimientos lineales necesarios, accionados por pedales ya que es el mismo operario en este puesto que toma la caja plegada y en una serie de movimientos forma la caja, insertándola en el orificio para untar de pegamento por medio de unos rodillos y doblar las solapas inferiores lista para su llenado, quedando una base que soporte el peso hasta que se traslade a la banda transportadora que la lleva a la selladora que aplica goma a las solapas superiores y cinta adhesiva.

Figura 38. Primera propuesta de diseño para máquina formadora de cajas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

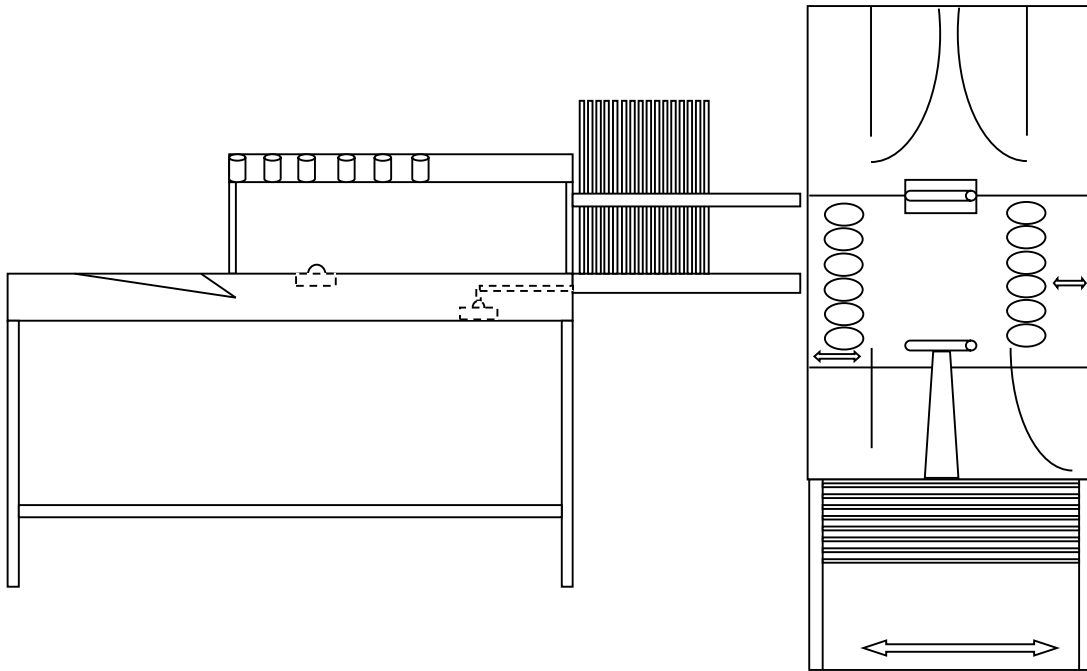
La figura 38 muestra la propuesta 1 que consta de la fabricación de una nueva mesa de llenado donde se observan los mecanismos por medio de los cuales se hacen los movimientos de untado de pegamento y doblado de solapas.

Al final este diseño quedó descartado por las limitantes que presenta como la aplicación de la cinta adhesiva y el más importante el tiempo que le toma al operario hacer la serie de movimientos necesarios para obtener su caja desde traer los fardos hasta su lugar y formar la caja lo cual implicaría una disminución en la producción.

El segundo diseño propuesto en la figura 38 sigue la idea que sea el operario en la estación de llenado quien forme su caja, este diseño es mecánicamente más sencillo que el primero porque no utiliza mecanismos móviles, más que unos topes que al momento que el operador vaya jalando la caja esta se vaya formando, cuenta con unos rodillos los cuales son ajustables para las diferentes presentaciones estos hacen que la caja se deslice de manera suave, en la parte inferior se cuenta con un rodillo estático que unta de pegamento cuando las solapas frontal y trasera pasan, al final dos láminas dobladas de tal manera que cuando pase las solapas laterales las vaya doblando, este diseño tiene la ventaja de ser más formal con un alimentador con capacidad de dos fardos de caja plegada y no ir tomando de una en una lo que lo haría una acción que retrasaría la producción limitante que poseía el primer diseño.

Este diseño sigue siendo 100 % manual en el cual se coloca el fardo de cajas en el alimentador luego el operario toma una caja y con un movimiento lineal hace pasar la caja por una serie de mecanismos descritos anteriormente que van formando, untando y doblando llegando al final lista para llenarla.

Figura 39. **Segunda propuesta de diseño para máquina formadora de cajas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

La figura 39 muestra la segunda propuesta realizada para la máquina formadora de cajas en la cual se presenta una vista lateral y de planta para observar el mecanismo para formar la caja.

Debido a la limitante del espacio y que aún era un proceso manual quedo descartado este diseño.

Después de ver las limitantes y algunas ventajas que proporcionaron los primeros dos diseños, se desarrolló una tercera y última propuesta que se detalla en la figura 40, la que tiene como base la estructura del segundo modelo y que se trabajó para automatizarlo, se le integró un sistema de mecanismos movilizado por medio de cilindros neumáticos incurriendo en una máquina

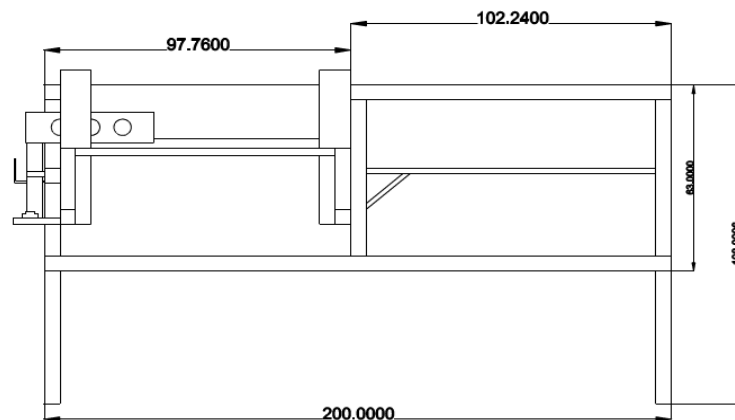
automática que incluye un sistema neumático programable apoyado con *PLC* que realiza la programación de los sensores que detectan los movimientos que debe realizar la máquina.

La alimentación de la máquina será en su mayoría aire comprimido generado por los compresores con los que cuenta la empresa, además de energía eléctrica para alimentar los motores de las bandas transportadoras y el *PLC*, cabe destacar que al realizar la construcción de la formadora de cajas se realizará con materiales reciclados y recuperados de otras máquinas que se han ido descontinuoando de la línea de producción, siendo su estructura metálica obtenida de una máquina *Bulk* modificada a las medidas necesarias y con las piezas ajustables para las presentaciones que tiene el departamento de empaque.

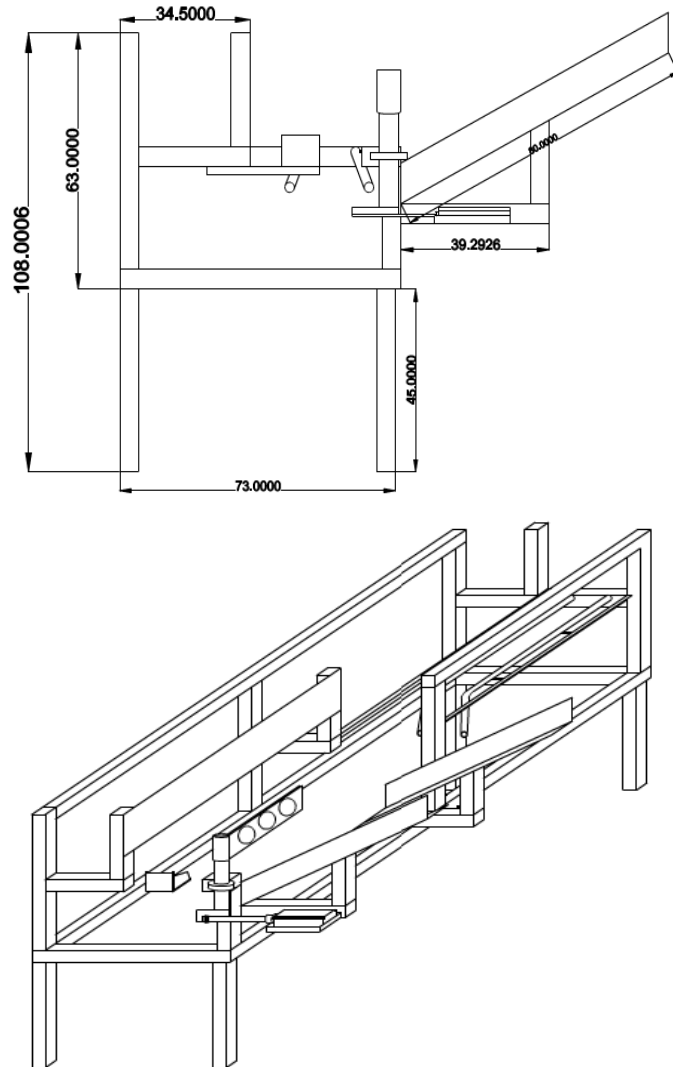
La forma de operar de la máquina es básicamente la misma que la propuesta dos, con la diferencia que en esta son los cilindros los encargados de tomar la caja plegada por medio de un sistema de ventosas conectadas a unos generadores de vacío, este mecanismo está montado en el cilindro que se encarga de tomar la caja en un movimiento circular y por medio de los topes la forma sin soltarla, para que luego otro cilindro de carrera larga tome la caja doblando la solapa trasera mientras hace su recorrido, pasa por un rodillo estático que unta de pegamento la solapa delantera, la dobla y la trasera que ya viene doblada, al pasar esta parte la caja es tomada por dos bandas laterales que terminan de hacer el recorrido y es acá donde las dos solapas laterales por medio de unos tubos se doblan para que la caja salga formada en su totalidad a una banda transportadora que la hace llegar a los operarios en la estación de llenado.

En los cilindros se instalan los sensores de posición para que la máquina se accione en cada ciclo, este diseño cuenta con un depósito ajustable para caja plegada con capacidad de 100 cajas, esto para que el operador no tenga que estar alimentando la máquina por periodos cortos de tiempo debido a que se consumen 2 cajas por minuto, la única salvedad que se hace es que hay que alimentar los fardos de caja plegada de manera manual, actividad que sería asignada al operador que está en el área de estiba por su proximidad a la máquina. Como base para este diseño se tiene la parte de mecanismos, instalaciones neumáticas y diseño de máquinas proporcionados por la escuela de Ingeniería Mecánica.

Figura 40. **Tercera propuesta de diseño para máquina formadora de cajas**



Continuación de la figura 40.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

La figura 40 muestra la vista frontal, lateral e isométrica del diseño núm. 3 para la máquina formadora de cajas donde se observan los mecanismos a base de cilindros neumáticos encargados de realizar el trabajo, también se observan las dimensiones con las que contará la máquina optimizando el área disponible en el departamento.

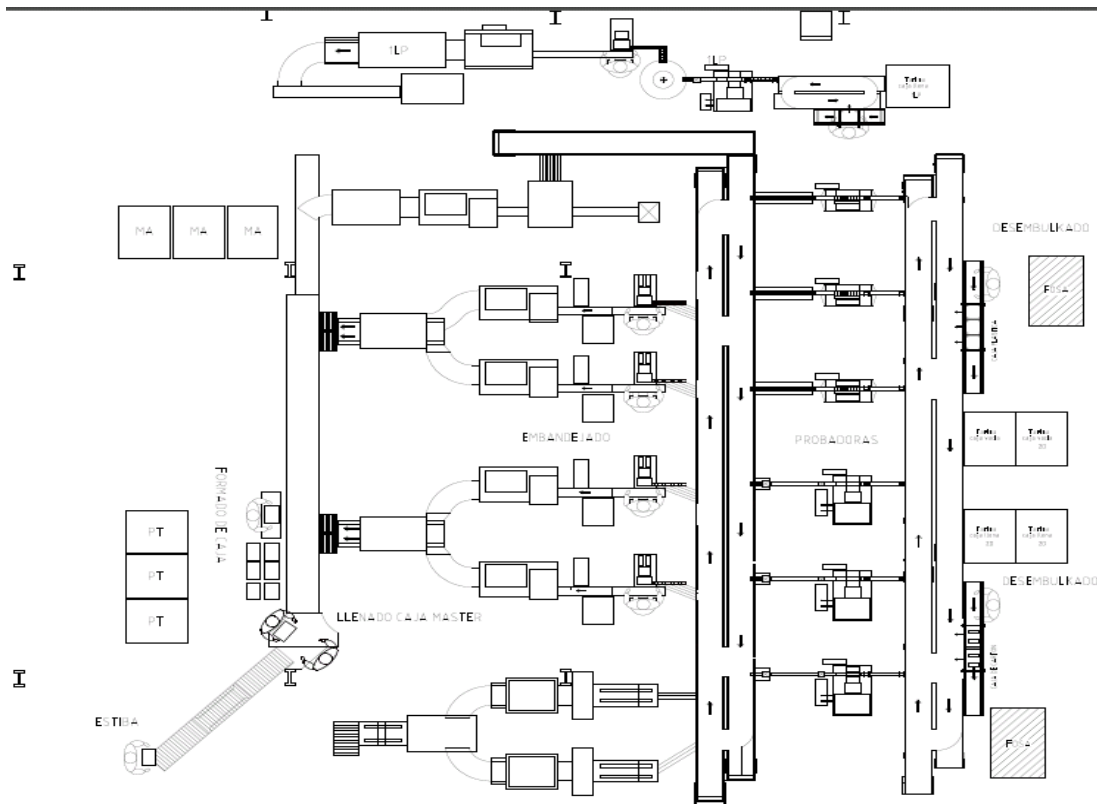
3.3. Optimizar recursos y espacios disponibles en el departamento

Debida a la propuesta de esta nueva máquina formadora de cajas la cual propone un proceso más versátil y automatizado, se vio la necesidad de hacer una reestructuración del área que dispone el departamento ya que ocuparía un área mayor al de la actual estación de formado de caja, esto enfocado siempre al orden y la mejora del mismo para hacer más fluido los procesos y así incurrir a la mejora de la eficiencia del empaque.

A continuación se presenta el *layout* del área con la que dispone el departamento de empaque en Rayovac Guatemala donde se identifican las siguientes áreas, además del equipo instalado que tiene cada una para identificar de mejor manera el proceso del empacado de la pila:

- Desembulkado
- Probadoras
- Embandejado
- Llenado de caja master
- Y estiba

Figura 41. **Diseño del *layout* actual departamento de empaque**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 41 muestra el plano actual con las áreas con las que cuenta el departamento de empaque.

Anexado a esta propuesta de cambios y analizando las áreas del departamento también se decidió conjuntamente con el supervisor del departamento incluir la metodología 5S's, la cual es una herramienta de ingeniería que buscan el control y orden dentro del lugar de trabajo en el que se llevan a cabo actividades con el fin de agilizar y mejorar los procesos productivos a los cuales se les aplica esta ideología. Aprovechando que la

empresa ha iniciado a implementar en todos sus procesos y departamentos la metodología conocida como *lean manufacturing* (manufactura esbelta) que dice que es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, esto enfocado para mejorar los procesos productivos de las pilas de zinc carbón.

Al inicio del proyecto cuando se realizó el diagnóstico se pudo observar que el departamento del empaque debido al flujo de materiales necesarios para el empaque como cajas, bandejas termoencogible, plástico *stretch* y producto terminado se mantiene constantemente desordenado, sucio y en ciertos lugares se puede observar basura fuera de los depósitos, otros materiales fuera de lugar, entre otros.

También se observó que muchas de las áreas utilizadas no están señalizadas o por el tiempo se ha ido borrando las que existían, haciéndolas poco visibles las líneas que delimitan los espacios, además también no se cuenta con rotulación adecuada para la identificación de las áreas. De este estudio se pudo determinar que se hacía factible y necesaria la aplicación de la herramienta de las 5S's para mejorar el flujo de materiales y hacer algunos procesos más eficientes al tener orden y limpieza. Inicialmente como en todo estudio se realizó un diagnóstico de la situación del departamento antes de aplicar la primera S para tener una base histórica y así comparar los resultados obtenidos al finalizar las actividades, el diagnóstico dio como resultado los siguientes problemas a atacar:

- Espacios destinados para materiales, herramientas, entre otros sin rotular.
- Basura, pilas entre otras cosas tiradas en el suelo.
- Bandejas, materiales y tarimas fuera de lugar.

- Espacios no destinados para escaleras, basureros, carriles y guías de bandas, elementos de limpieza.
- Basura y pilas sobre maquinas.
- Puertas de lift table en mal estado.
- Áreas no delimitadas ni señalizadas.
- Tomas de corriente y apagadores de luces sin identificar para su fácil ubicación.

Figura 42. **Diagnóstico del departamento antes de aplicar 5S's**



Continuación de la figura 42.



Continuación de la figura 42.



Continuación de la figura 42.



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

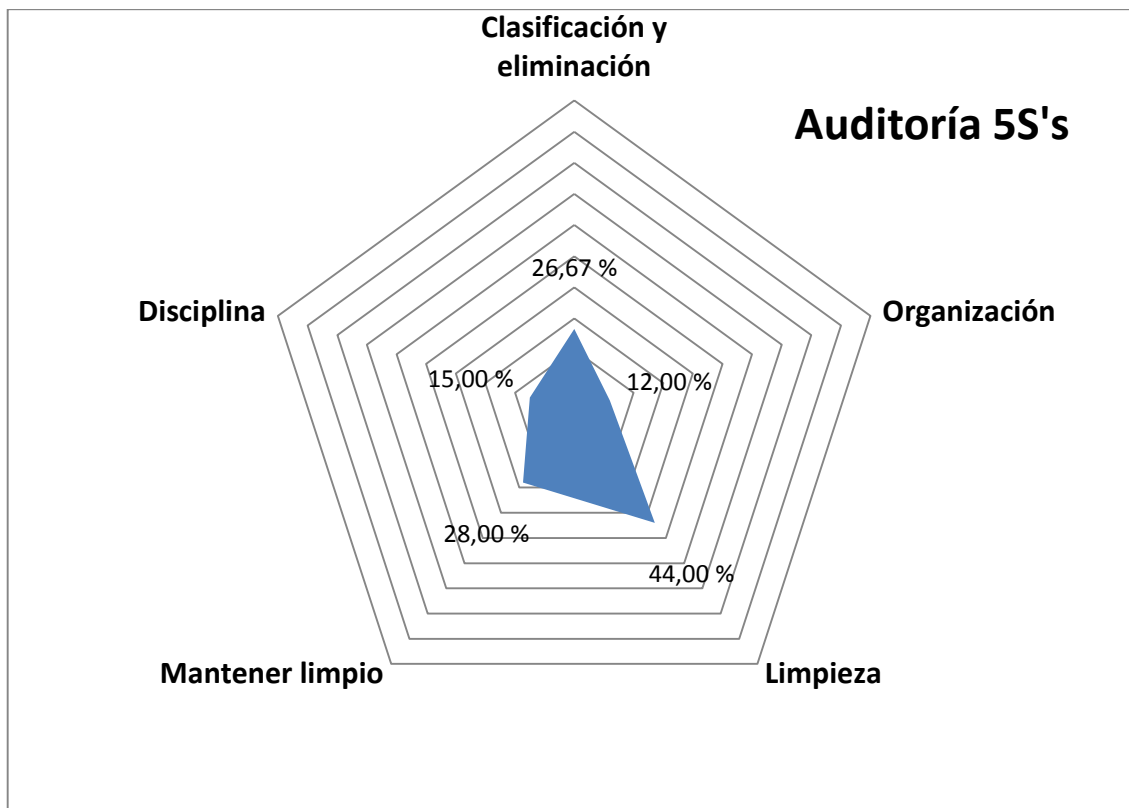
La figura 42 muestra las imágenes de los problemas que se identificaron en el diagnóstico previo a la aplicación de 5S's.

Como se mencionó anteriormente la empresa también ha iniciado con la aplicación del pensamiento *lean* para el cual han realizado auditorías por parte del departamento de producción en los distintos departamentos de la planta para conocer y notificar a los respectivos supervisores de la situación de sus áreas, después de realizado el diagnóstico se solicitó el resultado de la auditoría del empaque para utilizarla como apoyo al diagnóstico e iniciar el proceso de aplicación de 5S's.

A continuación se muestra una gráfica de radar donde se anotan las 5S's que se evaluaron en la auditoría con sus respectivos porcentajes de cumplimiento de cada S se puede ver que la parte de limpieza es la que posee el valor más alto pero sin embargo no sobrepasa el 50 % y siendo más bajo el

de disciplina. Debido a que en este momento aún no se contaba con un programa de 5's en el departamento.

Figura 43. **Auditoría 5S's departamento de empaque**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La gráfica de la figura 43 muestra los resultados de la auditoría 5S's aplicada al departamento de empaque de Rayovac Guatemala antes de iniciar la metodología.

Es una metodología que con la participación de los involucrados, permite organizar los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos funcionales,

limpios, ordenados, agradables y seguros. El enfoque primordial de esta metodología desarrollada en Japón es que para que haya calidad, se requiere antes que todo éste en orden, limpieza y disciplina. Con esto se pretende atender problemáticas en oficinas, espacios de trabajo e incluso en la vida diaria, donde las mudas (desperdicio) son relativamente frecuentes y se generan por el desorden en el que están útiles y herramientas de trabajo, equipos, documentos, entre otros, debido a que se encuentran en los lugares incorrectos y entremezclados con basura y otras cosas innecesarias.

La metodología de las 5S`s, cuyo nombre proviene de los siguientes términos japoneses:

- *Seiri* (seleccionar). Seleccionar lo necesario y eliminar del espacio de trabajo lo que no sea útil.
- *Seiton* (ordenar). Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa. Organizar el espacio de trabajo.
- *Seiso* (limpiar). Esmerarse en la limpieza del lugar y de las cosas.
- *Seiketsu* (estandarizar). Cómo mantener y controlar las tres primeras S. Prevenir la aparición de desorden.
- *Shitsuke* (auto disciplinarse). Convertir las 4S`s en una forma natural de actuar.

Luego de realizar el diagnóstico se inició con el proceso de aplicación iniciando con la primera S que es seleccionar lo necesario y lo innecesario. A continuación se enlistan algunos elementos encontrados en el departamento que se consideran innecesarios y otros que si lo son pero con poca frecuencia de uso para el proceso de empaque:

- 1ra S: seleccionar (*Seiri*)

- Encintadora 3M-Matie (reubicar)
- Bandeja ROV HD
- Pila para pelar ROV 1LP
- Sello 1LP (Reubicar)
- Caja con innecesarios *Rack* 1LP
- Mesa larga (dejar solo una)

Figura 44. **Primera S: seleccionar**



Continuación de la figura 44.



Continuación de la figura 44.

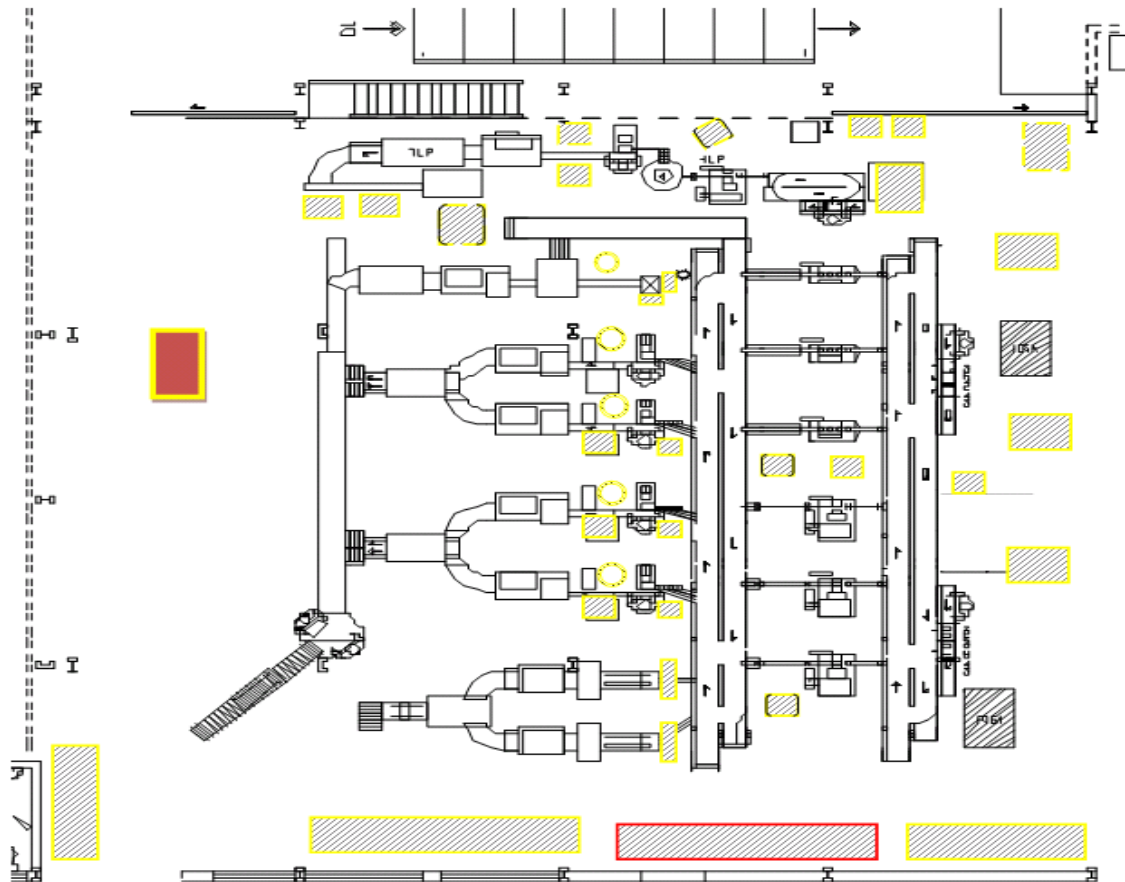


Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

Las imágenes de la figura 44 ilustraciones de los elementos seleccionados en la aplicación de la primer S (Seiri).

Después de aplicar la primera S se siguió con la siguiente que es ordenar, para lo cual se desarrolló una propuesta que es un plano del área del departamento en el cual se señalizan las áreas útiles que son necesarias y así mantener el orden dentro del departamento.

Figura 45. **Plano de señalización de áreas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

La figura 45 muestra el plano con el detalle de las marcaciones necesarias para las áreas destinadas a los materiales y producto.

Seguidamente de la aplicación de la primera S (seleccionar) y realizado el plano para señalar el departamento se aplica la segunda S (ordenar) con los materiales que se seleccionaron. Estos son:

- 2da S: ordenar (Seiton)

- Escobas
- Recipiente para *wipe* y vaselina
- Señalización de áreas para basureros
- Estanterías para repuestos cambio de presentación 1LP y 2LP.
- Estanterías de madera
- Señalización áreas para materiales
- Mueble para guías, vueltas, entre otros.
- Cajas para desperdicio
- Rótulos para áreas de materiales, maquinaria, tomas de corriente, apagadores de luces, entre otros.

Figura 46. **Segunda S: ordenar**



Continuación de la figura 46.



Continuación de la figura 46.



Continuación de la figura 46.



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

En la figura 46 se muestran las imágenes de la aplicación de las primeras 2S's.

Al inicio se marcó las áreas con cinta especial mientras se programaba hacerlo con pintura en el periodo de vacaciones para no interrumpir la movilidad de los operadores en el horario de trabajo, esto queda como parte del seguimiento de las primeras 2S's.

Como parte del seguimiento del programa y la aplicación de las siguientes 3S's que son: *Seiso* (limpiar), *Seiketsu* (estandarizar) y *Shitsuke* (auto disciplinarse). Se pintó el piso y se marcaron las áreas de manera formal con pintura de tráfico color amarillo, se limpió y se colocó todo en su lugar, se rotularon las áreas, y se capacitó al personal para mantener en pie esta metodología (esta parte se explica en el capítulo 4 de este informe).

Figura 47. **Seguimiento aplicación 5S's**



Continuación de la figura 47.



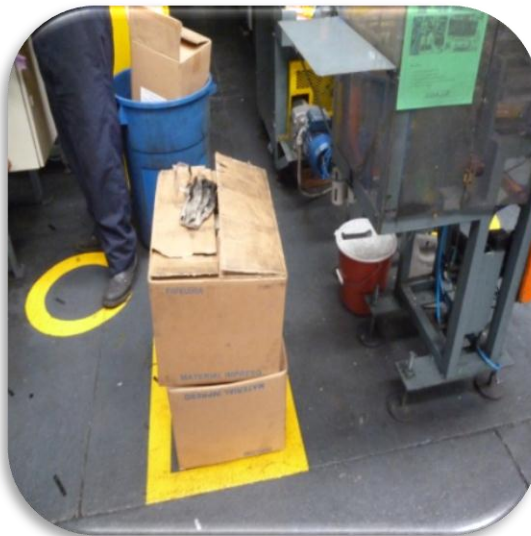
Continuación de la figura 47.



Continuación de la figura 47.



Continuación de la figura 47.



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 47 muestra las imágenes de la aplicación de las siguientes 3
S's, limpiar, estandarizar y autodisciplinar.

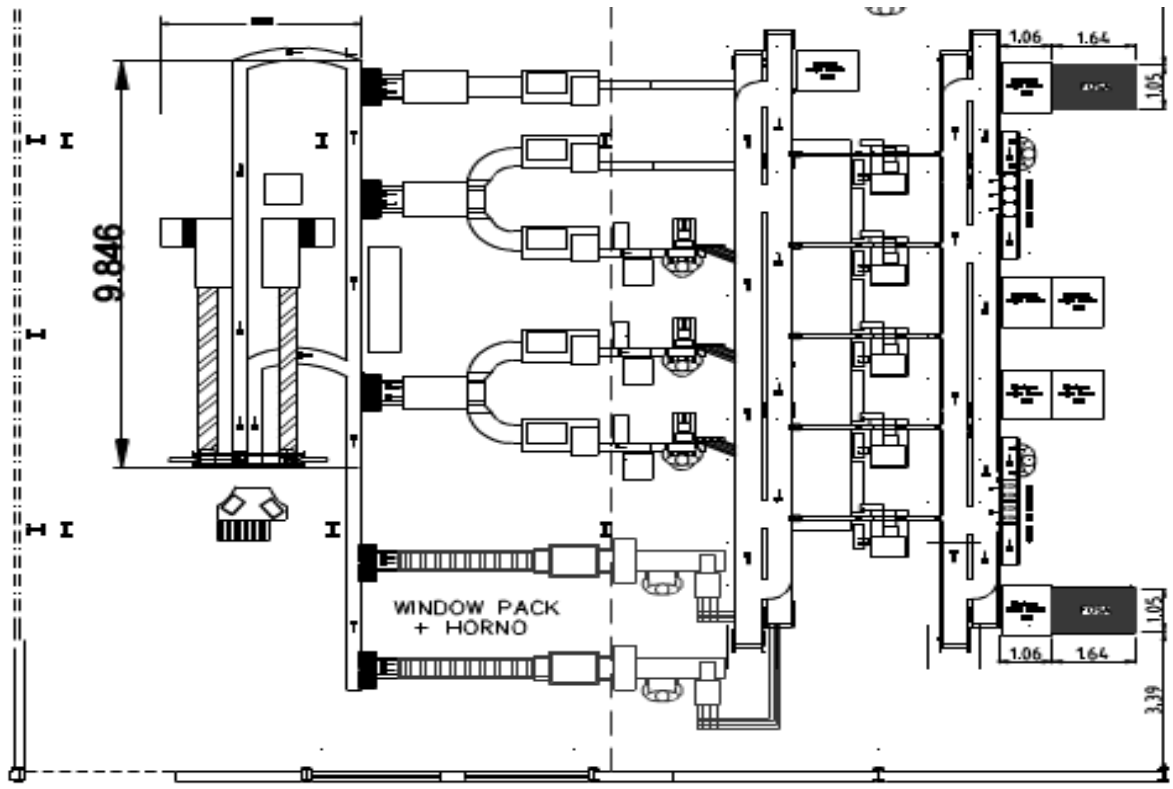
3.4. Reestructurar *layout* (plano) del departamento

Dentro de los requerimientos se encuentra la propuesta de la reestructuración del *layout* (plano) del departamento, basado en la fabricación e instalación de la máquina formadora de caja, además de la reducción de un horno para termoencogible, para generar un ahorro energético, asimismo, se propuso una máquina llenadora de caja master como seguimiento de la automatización de la línea de producción y la reducción de costos como un plan a futuro para mejorar el proceso.

Los cambios a realizar en la primera propuesta con relación al plano actual son la fabricación no de una, sino de dos formadoras de caja acopladas a la llenadora de caja automática para tener versatilidad en la línea, aplicando líneas divididas y empacar dos presentaciones a la vez, lo cual no se hace actualmente ya que solo se empaca una presentación a la vez, este diseño también requiere de un cambio en las bandas transportadoras que alimentarán la bandeja con pilas hacia la estación de llenado, para lograr acoplar todas las embandejadoras a una sola banda, tanto las de pila amarilla (Rayovac) como las de *window pack* (varta) ya que se encuentran fuera de la banda para hacerlas llegar a la máquina llenadora, todos estos cambios se pueden verificar comparando las figuras 41 y 50 de esta sección.

En esta propuesta no se redujo el horno de encogimiento para el ahorro energético ya que no es el diseño más óptimo, pero si la base para iniciar el estudio del movimiento de la maquinaria disponible. Cabe destacar que los cambios son realizados en la parte final de la línea y no sobrepasando el espacio disponible, esto por el área de paso del montacargas que transporta la estiba hacia bodega de producto terminado.

Figura 48. **Primera propuesta del nuevo diseño del *layout* para en el departamento de empaque**



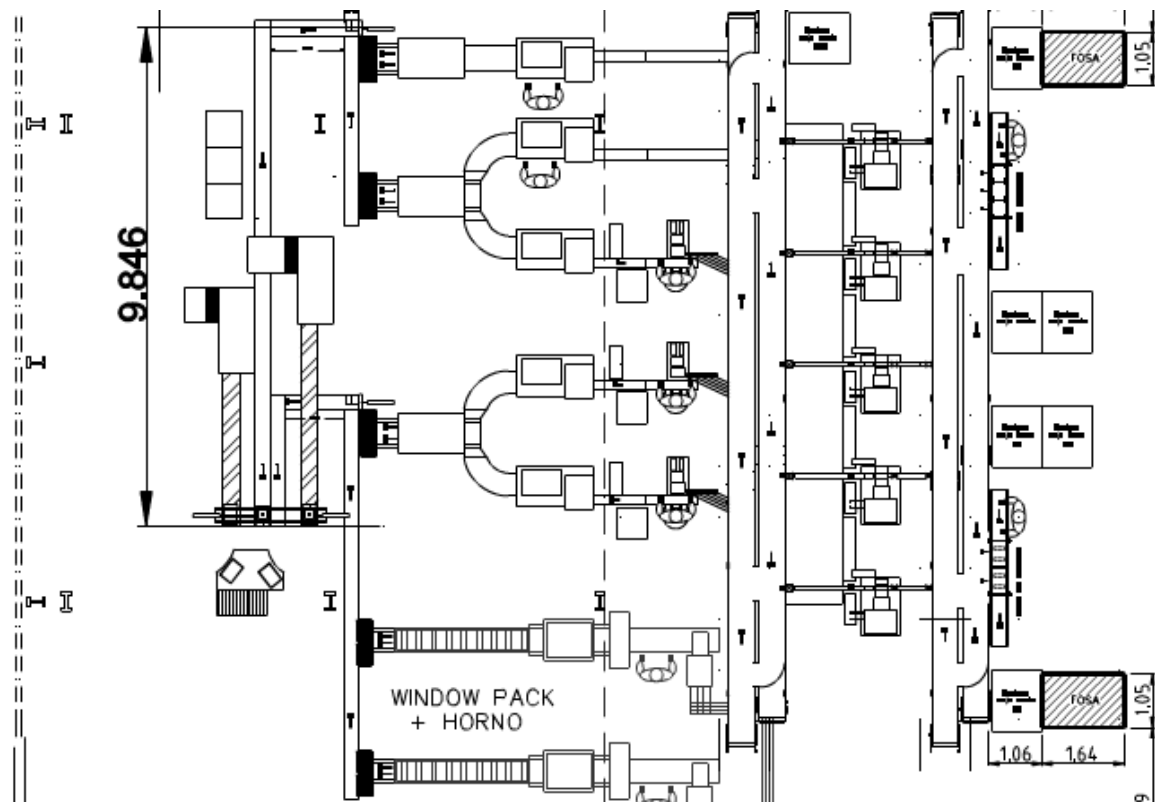
Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

Figura 48 primera propuesta de reestructuración del *layout* del departamento de empaque.

En la segunda propuesta del nuevo *layout* siempre se trabajo el cambio de banda a manera de fabricarla en dos secciones, una parte para cada lado de la llenadora, ya que esta estará capacitada para llenar dos cajas a la vez, las dos secciones estarán distribuidas de la siguiente manera, la primera con 3 embandejadoras (dos automáticas para Rayovac y una manual para Rayovac y varta) que alimentan el lado derecho y las otras 4 embandejadoras (2 de

window pack varta automáticas y 2 manuales para Rayovac y varta) en el lado izquierdo. En este diseño tampoco hace la reducción del horno, solamente los movimientos necesarios para la instalación de las dos máquinas nuevas la formadora y llenadora de cajas.

Figura 49. **Segunda propuesta del nuevo diseño del *layout* para el departamento de empaque**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 49 muestra la segunda propuesta de la nueva disposición del *layout* de las máquinas del departamento de empaque.

Ambas propuestas fueron analizadas y con cierto grado de aceptación pero la limitante en ambas es el movimiento de maquinaria, ya que esto implica un trabajo muy grande que conlleva fabricación de nuevas máquinas y ajustes en las nuevas bandas transportadoras, cosa que requiere de mucho tiempo porque afectaría la producción sino se hace una buena planificación.

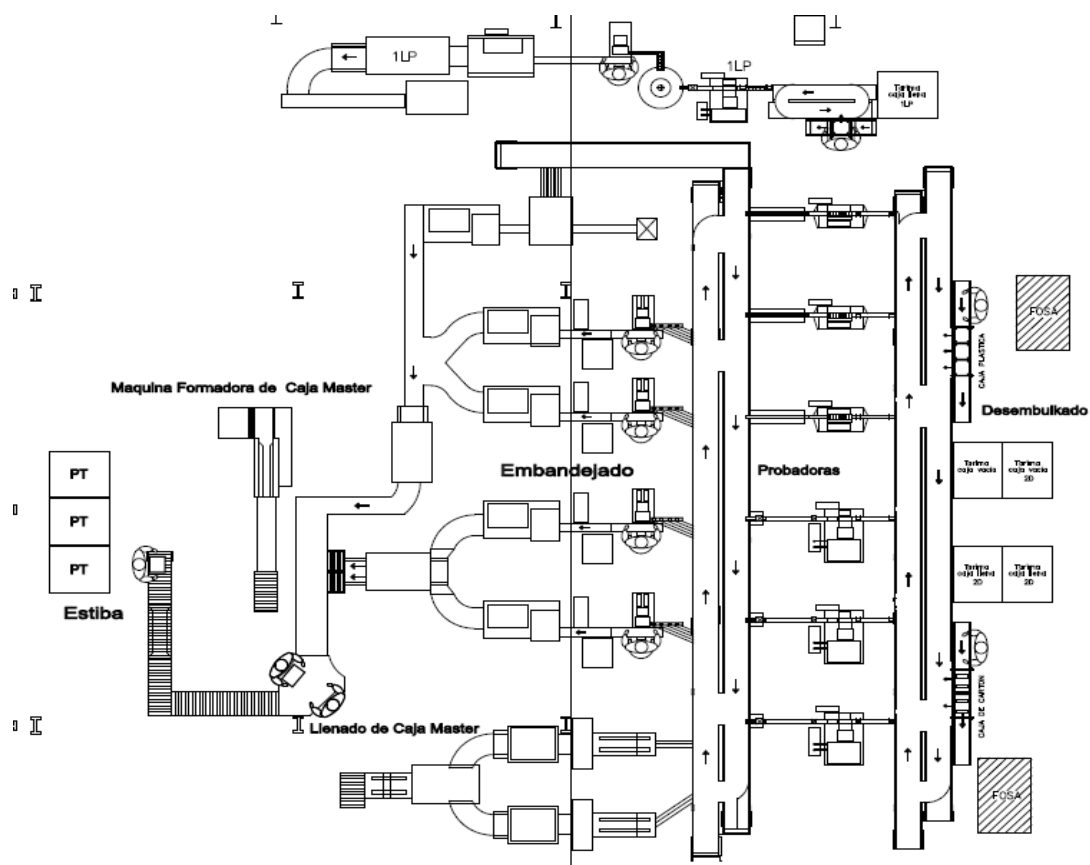
Estudiando la situación y las propuestas realizadas se dio prioridad a la creación de la máquina formadora de caja, esta incurre en un ahorro directo y su implementación no afectaría el proceso actual al igual que la reducción del horno al contrario ambas aportarían una mejora y lo mejor que no requieren de mucha inversión económica y de tiempo, lo cual deja la llenadora automática para un proyecto a futuro en el cual se pueda ir trabajando por fases aprovechando a realizar los trabajos en los periodos de vacaciones en los cuales se detiene la producción por completo.

Habiendo definido esto se replanteó las ideas llegando a una propuesta no final como se explicó, se irá modificando la línea conforme se vaya teniendo el tiempo y los recursos necesarios, este diseño se ajusta a las necesidades más inmediatas que son la reducción del puesto de formado de caja y de un horno de termoencogido.

En este *layout* se observa una reducción en la banda transportadora que se ubica únicamente para unas de las embandejadoras automáticas que al momento de instalarla solo se acopló a la línea con un tramo nuevo y un horno más, además también se requiere de la fabricación de otra banda para acoplar las embandejadoras y así hacerlas llegar a un solo horno donde se lograría el ahorro energético. Adherido a esto se logra despejar un espacio que podría ser útil para colocar materiales, ya que los actuales no se dan abasto y en el cual

se aprovecha a instalar la máquina formadora de cajas que ocuparía un poco más de espacio que la actual estación en la que se ubica el operario.

Figura 50. **Propuesta *layout* departamento de empaque con máquina formadora de caja y modificación en la línea de producción**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

Figura 50 muestra la nueva distribución del departamento de empaque ya con la máquina formadora de cajas en la línea de producción.

3.5. Reducción estación de trabajo

Inicialmente como parte del proyecto uno de los requerimientos era mejorar el proceso y reducir costos debido a que cada día que pasa y con las nuevas tecnologías que se desarrollan la pila de zinc carbón tiende a ser más obsoleta, llevándola a bajar sus volúmenes de producción año con año, esto a obligado a la empresa a buscar puntos en los que se puedan reducir costos para lograr mantener la rentabilidad de la pila.

Y haciendo un análisis dentro de la planta se llega a la conclusión que dentro de los elementos del costo, la mano de obra es el rubro más caro en la producción de cualquier producto. Siguiendo esta teoría se planteó la posibilidad de reducir puestos dentro del proceso que se consideran no innecesarios pero que si se pueden replantear las actividades de cada puesto o en el mejor de los casos automatizarlos.

Ya que el proyecto se destinó a desarrollarse en el departamento de empaque, tanto supervisor del área y jefe de producción ya tenían definida la idea de eliminar el puesto de formado de caja, pero que la cual no había sido desarrollada del todo, porque no se tenía los medios y tal vez hasta el tiempo de analizarlo y hacerlo.

En los inicios anteriores se describió el proceso y de cómo se planteó una propuesta para automatizar este proceso y por ende la reducción de un puesto de trabajo.

En esta parte solo se detalla el dato proporcionado por la gerencia basado en su planificación de costos y de personal de cuánto sería el ahorro

que obtendría la empresa al año si se llegara a desarrollar e implementar esta propuesta.

La reducción del puesto de formador de caja da como ahorro alrededor de \$9 000 al años (entre Q 70 000 y Q 72 000 al año dato proporcionado por la gerencia de producción) un ahorro que va directo al costo de producción y cual era el objetivo principal proyecto.

Figura 51. **Puesto operacional de formado de caja**



Continuación de la figura 51.



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 51 muestra la estación de trabajo para el formado de caja master.

3.5.1. Reducir costos

Otro ahorro que se plantea en esta propuesta de mejora del proceso es la reducción de maquinaria y equipo instalado, siempre con el cuidado de no afectar la producción en otras palabras hacer lo mismo o más con menos recursos. Como se muestra en el diseño de *layout* propuesto se muestra la reducción de un horno de termoencogido, en el cual ingresa la bandeja después de pasar por la máquina *conflex* (esta coloca la envoltura de plástico a la bandeja para su empaque final).

Se realizó un estudio y el cálculo de producción de cada embandejadora y la capacidad de los hornos, para determinar si era factible unificar tres

máquinas; una automática y dos manuales en un solo horno. La automática trabaja a un ritmo de 18 bandejas/min y las manuales están entre 18-22 bandejas/min.

El horno tiene una capacidad de pasar en promedio 60 paquetes/min ya que estos hornos cuentan con controles de temperatura y variadores de velocidad, logrando tener parámetros que se ajusten a la producción de las tres máquinas. En la tabla XXXIII se muestra el consumo energético del horno, así como del tiempo de uso durante la jornada de trabajo y lo más importante el ahorro que se lograría al eliminar uno de la línea de producción.

Tabla XXXIII. **Ahorro obtenido por reducción de horno**

Potencia

Kw	hr/día	Kw-hr/diario	Kw-hr/mes	US\$/Kw-hr	US\$/mes	Q/mes	Q/año
9,4	11,5	108,3	866,4	0,21	181,94	1 419,16	17 029,97

Fuente: elaboración propia.

Conjuntamente la eliminación del puesto y la reducción de un horno en la línea podrían aportar un ahorro anual de alrededor de Q 85 000 que es un dato bastante real, ya que es calculado por la gerencia quienes tienen todos los valores involucrados a la producción a su alcance.

3.5.2. **Proceso continuo**

Para mejorar el proceso no es una tarea fácil ya que cuando se aplican mejoras siempre van surgiendo nuevas y esto se vuelve un círculo. La idea es crear un sistema fluido, sin demoras que afecten la producción y la productividad, dentro del estudio y desarrollo del proyecto se encontraron

algunos puntos a mejorar, tanto en reparación, modificación o reemplazo de algunos elementos de máquinas que hasta el día de hoy han sido causa de problemas en el empaque.

3.6. Diagnosticar puntos de mejora en equipo ya instalado

Dentro de los puntos de mejora que se encontraron dentro del proceso a los cuales se les puede aplicar alguna mejora, son los siguientes:

- Modificando la capacidad de la línea de acuerdo a los requerimientos de empaque.
- Eliminar las limitantes de configuración de empaque.
- Instalación de espejos en banda superior para verificar que no vaya pila caída y se atasque en la entrada de las embandejadoras.
- Mecanismos para cambios rápidos en máquinas debido a que no se cuenta con una única presentación de empaque, esto para reducir los tiempos de cambio.
- Ajuste de velocidad a máquinas *conflex* de 21 bandejas a 26 para mejorar el flujo y la producción.
- Instalación de sensores y paros automáticos embandejadora automáticas colombiana y guatemalteca.
- Propuesta de un nuevo alimentador de bandejas.
- Instalación de paro de emergencia en selladora de cajas.

3.6.1. Rediseñar piezas obsoletas que provocan paros y fallas

- Modificación de sistema de alimentación y corte de termoencogible embandejadora *window pack* Colombia:
 - Guías para termoencogible

- Pulso de aire para separar material
- Alimentación
- Separadores de pila
- Modificaciones en embandejadora de Colombia 24 unidades:
 - Arreglo de mecanismos
 - Mejorar los depósitos de hot melt
 - Mejorar el sistema de inyección y pegado de bandeja
 - Ajustar alimentación de bandeja

3.7. Costos de la propuesta

Los costos de todas las propuestas de mejora que se describen anteriormente incurren en mayor parte en mano de obra, para fabricar o modificar el equipo instalado, así como de la adquisición de repuestos aunque en menor cantidad, la empresa cuenta en bodega con un *stock* de piezas de recambio por lo que su costo ya está tomado en cuenta en el presupuesto.

Se enfoca en la propuesta del cambio de *layout* y fabricación de la máquina formadora de caja. Este trabajo se desarrollará por personal externo que realiza trabajos para la planta, los mecánicos de planta no se cuenta con la suficiente cantidad para asignar a uno en específico para que se dedique a estas tareas.

Al personal externo se le paga la cantidad de Q 200,00 al día más horas extras si fueran necesarias, este pago se hace por medio de facturación por cada servicio o trabajo que realizan. Estos costos se pueden observar en las tablas XXXIV y XXXV.

Según la planificación para la fabricación de la máquina formadora de cajas se necesitan aproximadamente de 6 a 8 semanas de trabajo, tres para la modificación de la estructura que se utilizará y de 3 a 5 semanas para fabricar los mecanismos, son simples porque los cilindros neumáticos solo se instalan en su lugar y se alimentan con aire comprimido, la programación que debe tener esta parte tiene una mayor duración debido a que deben de estar creados los mecanismos probados y ya definidos se pasa a la programación luego de su respectiva prueba y por último la instalación y pruebas en la línea de producción.

Cabe destacar que este proyecto se desarrollará con estructuras y piezas que se tienen en planta de otras máquinas a manera de reutilizar las que están en buen estado y de esta manera bajar su costo.

- Listado de materiales
 - Estructura para modificar en bodega (reutilizarán)
 - 1 cilindro sin vástago DGC-32-660-G-PPV-A(reutilizarán)
 - 2 redondos cilindros ISO64 25*160 (reutilizarán)
 - 1 cilindro DNC-50-175 PPV-A (reutilizarán)
 - 3 ventosas de 50 mm (reutilizarán)
 - 3 válvulas de vacío (reutilizarán)
 - 1 chumacera
 - 2 rodillos
 - 1 sprocket
 - Manguera para aire comprimido
 - Tubo de 1 pulgada
 - Angular de 1"x 1/8"
 - Hembra 1/8"

- Lamina 1/16"
- Faja
- Sensores y accesorios neumáticos

Del listado anterior de materiales lo que esta subrayado son las partes que se reutilizarán de otras máquinas que la empresa ha ido sacando de la línea de producción y el resto son materiales que se tienen en bodega. En conclusión el costo de esta propuesta asciende a:

Tabla XXXIV. **Costos de fabricación para la máquina formadora de cajas**

Descripción	Costo
Materiales varios (descrito en el listado de materiales)	Q 500,00
Mano de obra (8 semanas de trabajo)	Q 8 000,00
Total	Q 8 500,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total es de Q8 500,00 lo que no es ni el 30 % del costo de una máquina nueva en el mercado.

Dándole seguimiento a la propuesta de la reducción de un horno para lograr esta mejora se requiere de la eliminación de un tramo de banda y la fabricación de uno nuevo con las dimensiones adecuadas para transportar la producción de las tres máquinas. Para la fabricación de esta banda se necesita:

- Angular de 2 pulgadas (3 angulares)
- Tubo mecánico de 4 pulgadas
- Madera de ½ pulgada (1 tabla de 4x8 pies)
- Banda
- Rodos (25 unidades)
- Tornillos y arandelas

Para este arreglo se necesita de 3 semanas de trabajo con dos personas para hacer los movientes necesarios, ya que para una persona es muy difícil realizar la fabricación e instalación del transportador nuevo.

Tabla XXXV. **Costos de fabricación del nuevo transportador**

Cantidad	Descripción	Costo
3	Angulares (Q 130 c/u)	Q 390,00
1	Madera	Q 350,00
25	Rodos (Q 48 c/u)	Q 1 200,00
2	Mano de obra (3 semanas)	Q 6 000,00
	Total	Q 7 940,00

Fuente: elaboración propia.

Al igual que con la formadora de caja hay materiales que se reutilizarán como la banda y el tubo mecánico.

Al hacer el balance del costo de ambas propuestas y el ahorro que representan al año es una inversión factible y que genera un ahorro para la empresa.

4. FASE DE DOCENCIA: CAPACITACIÓN DEL RECURSO HUMANO

En la actualidad el mundo de los negocios es más exigente y para competir se debe innovar y renovar los procesos mediante la implementación de nuevas metodologías que van enfocadas al mejoramiento continuo, algunas de origen japonés que se enfocan en la calidad de los productos o servicios a los que se dedican las empresas para ser más productivo, pero esto no se logra haciendo grandes inversiones, sino introduciendo las nuevas metodologías para lograr un cambio organizacional y cultural al personal es aquí donde aparecen las necesidades de las empresas de entrenar, capacitar e inducir a los colaboradores para que de esta manera ir cumpliendo con las metas propuestas.

Existe una herramienta que sirve de apoyo para cualquier tipo de empresa que desea incurrir en capacitar a su personal a fin de conocer a fondo cuales son las necesidades a cumplir y las áreas que se deben reforzar esta técnica se conoce como diagnóstico de las necesidades de capacitación (DNC).

Las etapas adecuadas para llevar a cabo una capacitación son:

- Detección de necesidades. (inciso 4.2.2)
- Establecimiento de objetivos. (inciso 4.4)
- Contenido de programas. (incisos 4.2 y 4.3.1)
- Método de instrucción.

- Evaluación. (inciso 4.4.1)
- Seguimiento. (inciso 4.5)

La detección de necesidades juega un papel muy importante en el proceso de capacitación, ya que antes de dar cualquier paso para capacitar a un empleado, debe conocerse cuáles son las necesidades o problemas que están presentándose en la organización. A continuación se presenta todas las fases de un diagnóstico de necesidad de capacitaciones, con el fin que sirva de guía para futuros proyectos de capacitación no solo para el empaque sino para toda la planta.

Tabla XXXVI. **Diagnóstico de necesidades de capacitación**

DIAGNÓSTICO DE NECESIDAD DE CAPACITACIÓN (DNC) 1. ANTECEDENTES DE LA CAPACITACIÓN La capacitación constituye un método para asegurar la ejecución eficiente en un trabajo, enseñando y capacitando a los empleados en las destrezas o conocimientos requeridos por el puesto. El diseño de los programas de capacitación, debe tomar en cuenta las cualidades individuales de las personas que van a capacitarse. 1.1. Tipos de capacitación Para fines prácticos, ha dividido a la capacitación en tres grandes campos: capacitación para el trabajo, capacitación en el trabajo y desarrollo. El siguiente esquema permite ubicar el ámbito de acción de cada una.
--

Continuación de la tabla XXXVI.

1.- Capacitación para el trabajo	a) Capacitación de preingreso b) Inducción c) Capacitación promocional
2.- Capacitación en el trabajo	a) Adiestramiento b) Capacitación específica y humana
3.- Desarrollo	a) Educación formal para adultos b) Integración de la personalidad c) Actividades recreativas y culturales

- Capacitación para el trabajo

Esta dirigida al trabajador que va a desempeñar una nueva función, ya sea por ser de nuevo ingreso o por haber sido promovido o reubicado dentro de la misma organización. Su objetivo es proporcionar al personal dentro de la misma organización, la capacitación adecuada al puesto que vaya a ocupar.

- Capacitación de preingreso: se hace con fines de selección generalmente. Se centra en otorgar al nuevo personal los conocimientos necesarios, y desarrollarle las habilidades o destrezas necesarias para el desempeño de las actividades del puesto.
- Inducción: constituye el conjunto de actividades que informan al trabajador sobre la organización, planes y programas, para acelerar su integración al puesto, al jefe, al grupo de trabajo y a la organización en general.

Continuación de la tabla XXXVI.

- Capacitación promocional: constituye las acciones de capacitación que otorgan al trabajador la oportunidad de alcanzar puestos de mayor nivel de autoridad y remuneración.

- Capacitación en el trabajo

La capacitación en el trabajo la conforman una serie sistematizada de actividades encaminadas a desarrollar habilidades y mejorar actitudes de los trabajadores en la labor que realizan.

En este marco la capacitación en el trabajo constituye una herramienta de la organización, para apoyar a sus diversas áreas en el mejor ejercicio de sus funciones y dotarlas de personal identificado con los fines de las actividades de adiestramiento y capacitación.

- Desarrollo

Este comprende la formación integral del individuo y las acciones que puede realizar la organización para contribuir a esta formación. Cabe señalar que es difícil determinar en qué grado una acción de capacitación se convierte en un desarrollo, ya que, por su carácter globalizador, ésta última incluye a la capacitación y al adiestramiento.

1.2. Variables de capacitación

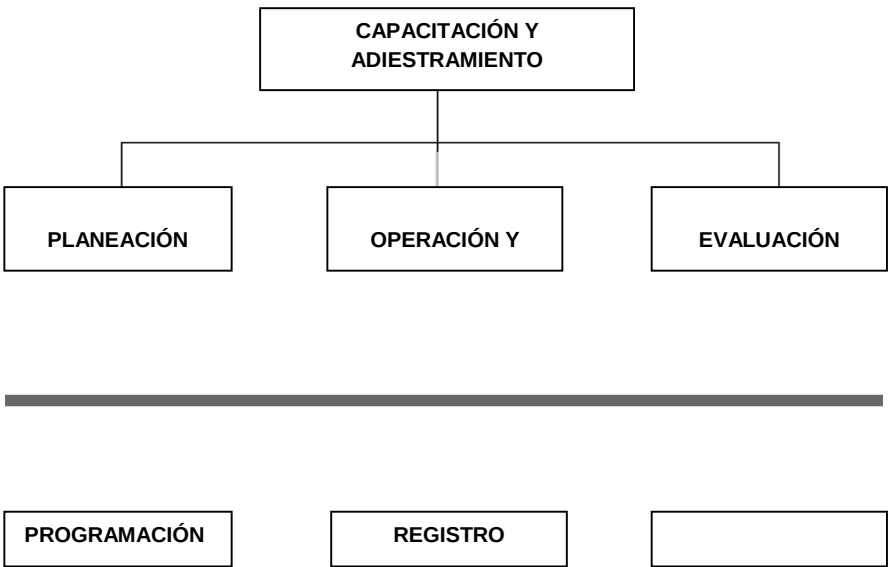
La capacitación y desarrollo del personal deben servir para incrementar la productividad de las empresas, para lo cual es necesario

Continuación de la tabla XXXVI.

que en la planeación del proceso de capacitación se consideren previamente los siguientes aspectos:

- Objetivos de la capacitación
- Políticas de capacitación
- Estructura orgánica

Estructura orgánica funcional.



2. DETECCIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Alcanzar los objetivos de la detección de necesidades de capacitación (DNC), permite limitar la función de capacitación y por lo tanto ceñir el presupuesto y no gastar inútilmente en cursos innecesarios. La capacitación pues debe impartirse en dosis y proporciones, ya que sólo es justificada y saludable cuando responde a una necesidad real.

Continuación de la tabla XXXVI.

Detección de necesidades de capacitación permite obtener información completa y precisa, válida y confiable sobre el estado en que se encuentra el personal, en lo que se refiere a sus habilidades, para desarrollar su puesto (adiestramiento), o bien sobre la necesidad de modificar ciertas actividades o adquirir nuevos conocimientos mediante la implementación de cursos de capacitación.

2.1. Planeación de la DNC

Para llevar a cabo la detección de necesidades de capacitación se requiere organizar un plan. Se recomienda considerar los siguientes elementos:

- Identificación de necesidades de capacitación: diagnóstico de la empresa y diagnóstico de capacitación.
- Determinar un plan de acción.

A continuación se explica ampliamente cada uno de estos elementos.

2.1.1. Las necesidades de capacitación

Todas las actividades de capacitación que se realicen en el interior de la empresa, deben estar basadas en necesidades reales; para conocer con exactitud éstas y las evidencias que las justifiquen es necesario realizar el diagnóstico de la empresa y el diagnóstico de la capacitación.

Continuación de la tabla XXXVI.

- Diagnóstico de capacitación

Esta fase implica llevar a cabo una investigación enfocada a las áreas críticas de la organización para identificar las carencias y deficiencias en el desarrollo de los recursos humanos. Una vez identificadas las áreas ocupacionales prioritarias a ser atendidas, y considerando que las acciones de capacitación puedan llevarse a cabo organizacionalmente, la siguiente fase es la detección de necesidades de capacitación. La información recabada de la DNC se debe:

- Evaluar.
- Excluir las necesidades surgidas de otros aspectos (deseos, planes a futuro).
- Determinar las necesidades que sean susceptibles de resolverse por medio de la capacitación.
- Clasificar las necesidades de capacitación en orden de urgencia.

2.1.2. Determinar un plan de acción para la DNC

El plan de acción permitirá guiar las actividades fundamentales de la detección de necesidades, y de esta manera se sugiere:

- Determinar los objetivos para identificar las necesidades de capacitación.
- Elegir la forma de lograr los objetivos: métodos y técnicas a utilizar para recopilar información que sea indispensable.
- Sugerir las actividades: es decir, señalar los pasos a seguir para

Continuación de la tabla XXXVI.

- determinar las necesidades de adiestramiento y capacitación.
- Precisar los recursos humanos y materiales.
- Elegir los instrumentos de control; los formatos donde se registran las actividades, los recursos y la duración prevista.

Una vez recopilada la información por medio del procedimiento antes recomendado, se procede a identificar el tipo de necesidad para instrumentar una metodología específica.

2.2. Tipos de necesidades de capacitación.

Las clases de necesidades de capacitación son muy diversas.

- Desde el punto de vista de su amplitud, distingue tres áreas:
 - Necesidades de la empresa (organizacionales).
 - Necesidades de un área (ocupacionales).
 - Necesidades de un trabajador (individuales).
- Desde una perspectiva temporal distingue.
 - Necesidades urgentes.
 - Necesidades a corto plazo.
 - Necesidades de desarrollo a largo plazo.

Continuación de la tabla XXXVI.

- Desde la perspectiva de las raíces y orígenes de los problemas las clasifica en:
 - Necesidades de conocimiento, habilidades, de actitudes.
 - Necesidades por carencias en las estructuras y políticas de la empresa.
 - Necesidades por carencias en el equipo material (instalaciones, máquinas, entre otros).
 - Necesidades en el renglón de salarios.
- De acuerdo con la naturaleza de carencias.
 - Necesidades de capacitación humanista y técnica.

2.3. Técnicas para la detección de necesidades de capacitación

Las técnicas para detectar necesidades de capacitación pueden ir desde una simple pregunta formulada por escrito u oralmente, hasta un complejo diseño de investigación.

Los criterios esenciales que califican a una u otra técnica para detectar necesidades de capacitación están en relación directa con la exactitud con que permitan precisar las necesidades de capacitación. Las técnicas son:

- Entrevistas
- Encuestas

Continuación de la tabla XXXVI.

- Conversaciones con supervisores
- Observación
- Discusiones de grupo
- Análisis de relaciones (costos, cambios en el personal, reclamaciones, entre otros).

El objetivo de detección de necesidades es recopilar toda la información que refleje las diferentes limitantes responsables de las deficiencias de ejecución en las funciones del puesto. Este paso es importante ya que la información sistemática de ¿quién? ¿qué? se va a capacitar?, es lo que va a determinar el contenido de los programas de capacitación.

Las técnicas para detectar necesidades de capacitación son muy variadas y la utilización de las mismas dependerá del tipo de organización, el número de población, nivel, tipo de actividad y disponibilidad de tiempo.

Las técnicas o instrumentos para diagnosticar necesidades de capacitación se seleccionan en función de varios factores; entre los más importantes están:

- Objetivos de la institución
- Descripción del puesto
- Información de los jefes inmediatos o niveles superiores respecto del personal investigado.
- Información del personal investigado respecto del desempeño de

Continuación de la tabla XXXVI.

sus labores y de sus necesidades de capacitación.	
Nivel de desempeño del personal.	
Un aspecto importante del diagnóstico de necesidades de capacitación es determinar si son necesidades a corregir a mediano o largo plazo. La descripción de puestos constituye una herramienta administrativa fundamental para la DNC, ya que estos documentos describen exactamente las funciones y tareas que deben desempeñar las personas que ocupan el puesto comparando esta situación ideal contra el desempeño real de las funciones respectivas por parte del trabajador	
2.4. Tipos de técnicas	
A continuación se describen algunas de las técnicas que son las que se utilizan con más frecuencia. Para facilitar su identificación se han clasificado de la siguiente manera:	
Tipos de técnicas	
1. Técnicas directas	Son aquellas que nos permiten obtener la información de las personas directamente involucradas
2. Técnicas indirectas	En éstas la información la obtenemos a través de documentos
Técnicas directas para la detección de necesidades de capacitación	

Continuación de la tabla XXXVI.

• Entrevista • Corrillos • Tormenta de ideas • Cuestionario • Taller • Autoanálisis • Tarjetas de opinión • Período de actuación • Observaciones y análisis de tareas • Técnicas de las tarjetas de opinión • Período de actuación •
Técnicas indirectas para la detección de necesidades de capacitación.
Las técnicas indirectas también comprenden la búsqueda de evidencias que tienen como propósito determinar los síntomas o evidencias de necesidades de capacitación, tanto manifiesta como encubierto.

Continuación de la tabla XXXVI.

Técnica para DNC indirectas.	
Estadísticas de personal	Evaluación de desempeño Índices de rotación Índices de ausentismo Índices de accidentes Índices de comportamiento Seguimiento de personal (rotación transferencia y acceso)
Aspectos técnicos y de personal	Análisis y descripción de puestos Análisis de actividades Estudio de selección Inventarios de personal Perfiles de puesto Currículum vitae Análisis del equipo
Del entorno institucional	Estructura organizacional Relaciones jerárquicas Motivación institucional Resistencia al cambio
3. PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR NECESIDADES DE CAPACITACIÓN	
De acuerdo al tipo de necesidades de capacitación se aplicará un procedimiento específico que permita obtener e integrar la información necesaria y con ello determinar el tipo de acción a seguir, según prioridades.	

Continuación de la tabla XXXVI.

La realización de este procedimiento implica tres fases:

- Planeación de la D.N.C.: en donde el responsable de llevar a cabo la investigación deberá considerar la realización de las siguientes actividades:
 - Determinar el tamaño de la investigación, esto es, a cuantos departamentos o áreas se aplicará el instrumento y justificar los motivos.
 - Definir la cantidad de recursos humanos que se requieren para llevar a cabo la investigación y quienes fungirán como investigadores.
 - Proporcionar el entrenamiento y capacitación que necesiten los investigadores.
 - Solicitar la aprobación de la autoridad de mayor jerarquía para realizar la investigación.
 - Prever las necesidades de recursos materiales que se pudieran requerir.
 - Elaborar el programa de actividades para la realización de la investigación.
- Ejecución de la D.N.C.: esta fase consiste básicamente en la aplicación de instrumentos y técnicas de investigación para recopilar información, mismos que pueden ser diseñados por los encargados de capacitación, de acuerdo a las características, necesidades y recursos de la empresa.

Continuación de la tabla XXXVI.

Algunos de los instrumentos que pueden ser aplicados en la detección de necesidades que a continuación se enlistan:

1. Personal de nuevo ingreso, ascendido o reubicado.
2. Cambios de sistemas, métodos y procedimientos legales.
3. Cambios culturales, en políticas, métodos o técnicas, estructura y funciones.
4. Cambios de tecnología, dirección y entre otros.

La técnica de investigación a emplear en cada uno de estos casos será la entrevista.

c) Concentración de resultados: en esta fase se lleva a cabo la concentración de los resultados e información recopilada según el o los tipos de necesidades que requieran ser identificadas, esto con el propósito de determinar si existen necesidades comunes en algunas áreas o departamentos que permitan desarrollar acciones conjuntas.

Esta información podrá integrarse al plan de capacitación y con ello diseñar los programas de capacitación correspondientes para la implementación de las acciones de capacitación prioritarias.

Fuente: elaboración propia.

4.1. Planificación de capacitaciones

Las capacitaciones se consideran una de las técnicas para el desarrollo del personal, ya que es conveniente dar capacitación básica y de apoyo regularmente, así como capacitación especializada en respuesta a las necesidades de la empresa para temas más específicos. Así que las capacitaciones son necesarias cuando se requieren que el personal reciba algún tipo de entrenamiento ya sea formal o en servicio, al aplicar, cambiar o ampliar un programa generalmente significa que se precisa capacitación adicional para proporcionar a los trabajadores las habilidades y conocimientos que requieren. Como regla general, un miembro del personal necesita capacitación cuando desconoce una actividad que es importante para realizar su trabajo. Sin embargo, la capacitación no se debe considerar como la solución para todos los problemas de desempeño. Es sólo una de varias opciones para resolver esos problemas y han de utilizarse sólo cuando sea realmente necesario.

Actualmente la empresa está en proceso de introducción a una renovación por medio de *lean manufacturing* (manufactura esbelta) para mejorar sus procesos por medio de mejoras aplicadas en maquinaria, reducción de desperdicios en sus departamentos al igual que los costos de producción enfocados a tener una mejor rentabilidad en las pilas. Basado en esto se decidió aprovechar el proyecto de EPS para iniciar la aplicación de la metodología 5S's, respectivamente en el departamento de empaque que se designó como área de aplicación del proyecto de mejora continua.

Habiendo identificado la necesidad surgió otra que es la más importante ya que las 5S's para que cumplan su función debe involucrar a todo el personal, en este caso del departamento del empaque, ya que sería algo inútil que

solamente gerentes y supervisores intenten mantener el orden y la limpieza, ya que son los operarios los que están día con día en sus áreas de trabajo siendo una buena oportunidad para que se sientan involucrados y a la vez adquieran la responsabilidad de mantener en óptimas condiciones su área de trabajo, tanto por aspecto estético como para evitar accidentes y lo más importante mejorar la eficiencia y la productividad.

De este modo después de aplicar las primeras 5S's al departamento (capítulo 3) y para garantizar su seguimiento y sostenimiento conjuntamente supervisor y estudiante de EPS planificaron la capacitación al personal sobre la metodología 5S's, indagando en temas como: que son, para que sirven, como utilizarlas y lo más importante que beneficios que aportan, teniendo claro lo que se desea transmitir con esta base se inició con el programa del contenido de las charlas o presentaciones.

Aunque hay que decirlo que este tipo de acciones se tornan un poco difíciles de llevar a cabo debido a que se consideran fuera de las actividades de producción, por lo que se debe plantear a gerencia para adquirir el tiempo necesario y así no afectar la producción durante la jornada laboral. Otro problema es que si se planifica fuera del horario se corre el riesgo que se tenga poca participación de los operarios por motivos personales.

Y que también se recae en paradigmas que se oponen al desarrollo de la metodología 5S's:

Dirección:

- Los objetivos individuales de los colaboradores nada o poco tienen que ver con los objetivos organizacionales.

- Los trabajadores no cuidan su área de trabajo, para qué perder tiempo en eso.
- Los equipos no deben parar, aquí lo importante es producir, no limpiar.
- Sale más barato contratar a alguien para que limpie.

Trabajadores:

- Me pagan para trabajar, no para limpiar.
- Para qué limpiar, si todo se vuelve a ensuciar.
- Llevo mucho tiempo en la empresa, siempre he trabajado igual, no veo por qué limpiar ahora.
- Lo que necesitamos es más espacio para guardar.

Derivado de esto se estableció la implementación de la herramienta de calidad 5S's en el departamento, para lo cual se presentó un plan de acción lo más sencillo en duración de las sesiones, pero que fuera igualmente efectivo y que cumpliera con el objetivo deseado, y no incurrir en lapsos largos de tiempo que afecten la actividad productiva, se tomó en cuenta todos los factores derivados del diagnóstico que se realizó para iniciar la aplicación de las 5S's en el departamento para la aplicabilidad en la capacitación de cada paso que conforma esta metodología.

La estructura propuesta que se presentó inicia con la capacitación del personal del departamento con una introducción teórica de la metodología, apoyado con ejemplos para su mejor comprensión, seguidamente mostrarles la manera de la correcta implementación de las 5S's y los beneficios que aportan, con esta actividad también se buscó crear la responsabilidad de seguridad, orden y limpieza basada en 5S's, para que permite implementar la gestión de mejora continua en todas las áreas, asimismo, crear puntos de control que

sirvan de base para el desarrollo de programas que brindan el seguimiento a los círculos de calidad.

4.2. Programas de capacitación

A continuación se muestra el contenido de las sesiones que se tuvieron con el personal, debido a la dificultad que se tiene con los horarios de trabajo se planteó la posibilidad de realizar una programación con capacitaciones que se llevarían a cabo en 4 reuniones, tratando la manera de abarcar los contenidos fundamentales y necesarios para dar a conocer de qué trata esta metodología.

Los temas son dirigidos a gerentes, supervisores, y personal operativo responsable de áreas y equipos de trabajo, que quieran aplicar la metodología de las 5S's para optimizar el uso de los recursos considerando espacios, materiales, objetos, entre otros. A continuación se presenta el formato de los temas que se acordó impartir:

Tabla XXXVII. **Programa de capacitaciones**

PROGRAMA DE CAPACITACIONES PARA EL PERSONAL DE RAYOVAC GUATEMALA S.A. 1. FUNDAMENTOS • Los recursos de la empresa. • Introducción a las 5S's, definiciones, la metodología 5S's, origen e intención, filosofía.

Continuación de la tabla XXXVII.

2. LAS 5S's Definición, beneficios, metodología de implantación, proceso, ejemplos, mejores prácticas, tips, recomendaciones y dar a conocer como implementar cada una de las S's. 1S: <i>seiri</i> (Seleccionar) 2S: <i>seiso</i> (Ordenar) 3S: <i>seiton</i> (Limpiar) 4S: <i>seiketsu</i> (Estandarizar) 5S: <i>shitsuke</i> (Autodisciplina) 3. BENEFICIOS Y VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S's • Dar a conocer las ventajas que conlleva el orden y limpieza en el área de trabajo y de cómo influye en su productividad. • Reducción de riesgos, actos y situaciones inseguras que se pueden dar como resultado de un área de trabajo en la que no preserva orden y limpieza. • La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo. • Su aplicación mejora los niveles de: ○ Calidad. ○ Eliminación de Tiempos Muertos. ○ Reducción de Costos.

Continuación de la tabla XXXVII.

4. AUDITORIA 5S's

- Conducción de la auditoría
- Interpretación de la gráfica radar para registrar el resultado de la auditoria (es la forma en que presentan los resultados de las auditorias el departamento de producción).

Fuente: elaboración propia.

Cabe recabar que dichas capacitaciones van enfocadas al tema de la metodología 5S's a través de este curso se muestra de una manera sencilla el método de origen Japonés, el cual se refiere a la creación de lugares de trabajo más organizados, ordenados y limpios, es decir, un lugar de trabajo en el que cualquier persona estaría orgullosa y a gusto de trabajar. La sencillez y facilidad de los conceptos tratados por esta metodología hacen que, en muchas ocasiones, no se les preste la debida atención y no sean tratados con la seriedad que exige cualquier proceso de mejora continua. De ahí que el principal propósito de este curso sea poner de manifiesto la utilidad de la implantación de un programa 5S's para cualquier organización, y los beneficios que reporta su aplicación.

Figura 52. **Programa de capacitación para operarios del departamento**



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 52 muestra el logo que se le dio a la presentación de las 5S's.

4.2.1. Determinar la cantidad de horas necesarias

Antes de iniciar se determinó los tipos de capacitación y cuándo son necesarios: La capacitación puede efectuarse de manera informal o formal. La informal consta de un conjunto de instrucciones que se dan sobre la marcha, por ejemplo: un supervisor indica a un empleado la utilización correcta de un material o enseña a una recepcionista cómo llevar el libro de registro de usuarios. Una retroalimentación constructiva puede mejorar el desempeño de un empleado de una manera más efectiva que la capacitación formal. El

administrador debe decidir el tiempo de duración del curso, después de determinar si un trabajador necesita capacitación formal. Los cursos de capacitación formal pueden durar desde un día hasta varios meses, según la complejidad del tema que se enseña.

Como se mencionó en el inciso anterior teniendo definido el programa de capacitaciones y debido a las limitaciones de tiempo para cubrir el contenido propuestos, con él se contó con el apoyo de la gerencia quien brindó el espacio y la supervisión quien se encargaría de impartir el curso se estableció y desarrollo que lo más factible era realizarlo en 4 sesiones de 30 minutos cada una desarrollándose una por semana tiempo que se logró pactar a manera que sea un tiempo prudencial para desarrollar los temas y no afectar la producción y a la vez que no generará un gasto para la empresa, ya que se desarrollarían en las instalación es de la empresa, con el equipo de cómputo y los temas son desarrollados por el supervisor apoyado por el estudiante de EPS.

Esto se desarrolló de esta manera ya que este tipo de cursos o capacitaciones impartidas por órganos especializados son demasiado elevados los costos, además se hizo en un periodo corto de tiempo para evitar brindar una refacción.

Figura 53. Capacitación al personal sobre 5S's



Fuente: Rayovac Guatemala S.A.

La figura 53 muestra una de las sesiones impartidas al personal del departamento de empaque sobre la implementación de las 5S's en sus áreas

de trabajo. Además se muestra la última diapositiva en la que se hace la reflexión que se debe desarrollar como trabajo de equipo.

4.2.2. Detección de necesidades

Siguiendo con los lineamientos que propone un DNC para la detección de necesidades que dice que un programa de capacitación se puede desarrollar con base en cambios culturales, en políticas, métodos o técnicas que es la parte que se aplicó en este caso.

Dentro de las técnicas que propone un DNC se eligió las encuestas y la observación para determinar si era factible desarrollar los temas de 5S's. El formato utilizado para encuestar se puede observar en el apéndice II.

Como ya se mencionó, la capacitación es necesaria sólo cuando un empleado carece del conocimiento que se requiere para que realice su trabajo actual, uno nuevo o la implementación de nuevas metodologías como lo son las 5S's.

Dentro de las necesidades que se detectaron para la creación del programa de capacitación, se pueden destacar las siguientes:

- Identificarán los diferentes tipos de recursos que se manejan dentro del departamento.
- Conocer el origen de la metodología 5S's y de que trata su implementación.
- Conocer, interpretar y aplicar las 5S's de la manera más adecuada para obtener los resultados deseados tanto a nivel operativo como gerencial.

- Analizar los paradigmas que imposibilitan la implementación de las 5S's y como vencer las barreras a la implementación.

4.3. Metodología

Primeramente se analiza la importancia del uso óptimo de recursos (materias primas, equipo y maquinaria, personal operativo), exponiendo el origen de la metodología de las 5S's y su relación con otras metodologías de mejora continua aplicables al departamento de empaque.

Posteriormente se entra a analizar cada una de las 5S's en su totalidad y de que manera se aplica cada una de ellas, evidenciando como facilitan para alcanzar las metas propuestas los beneficios y ventajas que aporta su aplicabilidad dentro del proceso. Finalmente se presenta una buena imagen para auditoría 5S's realizada por el departamento de producción, cerrando así el círculo de la mejora continua.

En la última etapa se analizan las situaciones que imposibilitan y dan resistencia a la implementación de las 5S's y cómo lograr superar esa cultura al miedo al cambio a nuevas ideologías.

4.3.1. Creación de un programa de capacitaciones

El administrador debe recordar que aún cuando la capacitación sea necesaria, la capacitación formal puede no ser apropiada. Es posible que la deficiencia de habilidad, pueda resolverse mediante la instrucción durante el desempeño del trabajo. Analizando la situación, el administrador debe considerar si el empleado realmente está calificado para el trabajo y si puede

capacitarse o si el trabajo debe realizarlo otra persona.

Para diseñar y planear un programa de capacitaciones hay que estar consciente que se tendrá diferentes necesidades y por consiguiente, distintos requerimientos de capacitación. Se debe tener un conocimiento adecuado para:

- Determinar la necesidad de capacitación de un empleado.
- Establecer los requerimientos de la capacitación.
- Preparar un programa de capacitación.
- Evaluar un programa de capacitación.
- Hacer seguimiento cuando termine el programa de capacitación.

Dicho lo anterior se decidió que las capacitaciones al personal serian formales ya que se deben a un tema nuevo y estarán dirigidas al personal operativo responsable de las áreas y equipos de trabajo que requieran aplicar la metodología de las 5S's para optimizar el uso de los recursos. Pero para que todo sea un círculo y lograr con los objetivos también es recomendable hacer llegar este tipo de capacitaciones a directores, gerentes, desarrolladores de proyecto, supervisores en la empresa. Siempre teniendo en cuenta que no todo termina con la implementación y se debe seguir buscando siempre puntos de mejora.

Para la creación se deben plantear las siguientes etapas para la preparación de un programa de capacitación:

- Establecer objetivos.
- Desarrollar un plan general de capacitación.
- Determinar la metodología, técnicas y enfoque de la capacitación.
- Desarrollar planes de sesiones de capacitación.

- Preparar la propuesta del programa de capacitación.

4.4. Propósitos de las capacitaciones

Mediante el conocimiento e implementación de esta metodología se pretende crear una cultura organizacional que facilite, por un lado, el manejo de los recursos de la organización, y por otro la mejora de los diferentes ambientes laborales, con el propósito de generar un cambio de conductas que repercutan en un aumento de la productividad y el bienestar general.

El propósito primordial es que los operadores conozcan y apliquen la metodología de las 5S's con la finalidad de lograr equipos de trabajo eficientes y productivos, en espacios y áreas de trabajo limpias, despejadas y ordenadas, incrementando los niveles de producción, mejorando los tiempos de procesos y eliminando las actividades sin valor agregado y no productivas para mejorar la calidad de la empresa.

Además de eliminar los desperdicios del departamento entre los cuales se evalúan de la siguiente manera:

- Sobreproducción: el exceso de producción se considera como la fabricación no ajustada a las cantidades demandadas.
- Esperas: este desperdicio contempla tanto a personal pasivo, como a maquinaria inactiva.
- Transportes: las manipulaciones y traslados de materiales o documentos que no agreguen valor, son consideradas como desperdicios.
- Desperdicios de operación: realización de actividades innecesarias en las que se hace uso de maquinaria o herramientas en mal estado.

- Inventario: unidades obsoletas (materiales, repuestos, producto), excesos de existencias, o almacenamientos intermedios.
- Movimientos innecesarios: sean innecesarios o incómodos son considerados desperdicios de tiempo.
- Productos defectuosos: sean productos o servicios relacionados a reclamaciones, garantías o rechazos.

Esta sería la base para una buena implementación ya que se marca el camino hacia la meta que desea alcanzar, mediante el trabajo en equipo.

Como propósitos fundamentales del programa de capacitación se desarrollaron los siguientes para que el participante:

- Conozca los fundamentos de la metodología 5S's y las fases operativas de la misma.
- Participe en forma activa en la implementación de un programa 5S's en su equipo de trabajo.
- Defina los planes de acción para esta metodología, así como los recursos necesarios para su ejecución y sustentación en el tiempo.
- Aprecie los beneficios que esta metodología brinda, tanto para la organización como para sus integrantes.
- Desarrolle la capacidad de motivar e implicar a otros compañeros de equipo en el proyecto.

4.4.1. Evaluación del desempeño

En cada sesión se hace un monitoreo para evaluar cualitativamente si los operarios han captado de manera fluida los temas presentados. En caso de resultados adversos se hace un repaso y refuerzo de los temas que lo

requieran, esto para garantizar que se lleve a cabo la implementación de manera más objetiva.

Y la evaluación final se da cuando al retornar a su área de trabajo cada operario será capaz de ir incorporando progresivamente los conocimientos y habilidades necesarios para la implementación de la metodología:

- Auto diagnosticar su área de trabajo.
- Establecer puntos de mejora con 5S's.
- Realizar la adecuada implementación de la metodología 5S's según lo aprendido.

4.5. Propuesta de mejora

- Crear una cultura organizacional en la que se tenga una buena retroalimentación entre niveles operativos, supervisión y gerencia.
- Identificar y eliminar las barreras que imposibilitan la implementación de las 5S's con base en las encuestas realizadas en la detección de necesidades enlistadas en el inciso 4.1.
- Un adecuado seguimiento al programa de la implementación ya que estas mejoras no dejan de renovarse por medio de las evaluaciones de desempeño respectivas (inciso 4.4.1).
- Dar reconocimientos a aquellos operarios por sus esfuerzos de mantener la disciplina y aportar a la mejora continua.

- Crear e infundir la ideología que la mejora continua se hace una tarea de todos.

4.5.1. Puntos que causan cansancio y bajo rendimiento en los operarios

En el estudio de las estaciones de trabajo se evidenció que una de las maneras para reducir el cansancio en los operarios es la aplicación de un sistema de rotaciones cada hora, pero aun haciendo de esta manera se tornaba cansado estar en ciertos puestos de trabajo.

De esta manera se creó un nuevo sistema de rotación (descrito en la fase de servicio técnico-profesional) con una duración de media hora en cada puesto y pasando de un lugar de mayor exigencia física a uno que no lo fuera esto para lograr la recuperación en ese periodo de tiempo. Los puestos que se identificaron de mayor exigencia son el desembulkado y la estiba de producto terminado.

Para la primer actividad la empresa desarrollo la instalación de un equipo que se llama *lift table* (mesa elevadora) en la cual se introduce la tarima con las charolas con pila y esta acomoda a la altura para que el operario no haga un mayor esfuerzo al levantar la charola alimentar la máquina de desembulkado.

Para la actividad de estiba aun no se ha desarrolla ningún sistema que logre disminuir esta carga de trabajo para el operario, más que la reducción del tiempo en esta área.

4.5.2. Elaboración de boletas de fallas mecánicas en el equipo

Como parte de las mejoras aplicadas la supervisión del departamento creó una boleta en la que se anotan las fallas de la maquinaria durante el turno para tener un mejor control y reportarlo cuando se realice el mantenimiento preventivo o si la reparación sea necesario repararla de inmediato. También es un apoyo para el control de producción, ya que se anota la hora en que se dio y el tiempo que duro la máquina con el problema.

La hoja está estructurada para cualquier estación, posee un espacio para anotarlo, como se mencionó anteriormente se anota la fecha, hora y duración de la falla, así como el mecánico a cargo de revisar y el operario que estaba operando en ese momento, la máquina para finalizar una casilla para anotar observaciones ya sea por parte del operador o el mecánico para hacérselo saber al supervisor.

También sirve como apoyo histórico para conocer qué problemas se dan con mayor frecuencia para atacarlos a manera de reducirlos o eliminarlos, con cambio de piezas o nuevos materiales de estas para mejorar su duración.

Figura 54. **Boleta para registro de fallas mecánicas**

[illegible]

Fuente: Empresa Rayovac Guatemala S.A. *Supervisor Empaque.*

4.6. Costos de la propuesta

Una de las ventajas en esta propuesta es que se podría considerar un costo muy bajo o hasta nulo, para lograr capacitar al personal no se requiere más que el tiempo necesario y la buena disposición del personal, todo el desarrollo de las capacitaciones se da por parte del supervisor del departamento y el estudiante de EPS, como desarrollo de su proyecto.

Tabla XXXVIII. **Costos programa de capacitaciones**

Costos de capacitación 5S's		
Núm.	Descripción	Valor Q
1	Instructor	0,00
2	Material requerido (lápices, lapiceros, hojas marcadores)	70,00
3	Equipo de cómputo	0,00
4	Instalaciones	0,00
5	Material didáctico	22,50
6	Encuestas (impresiones)	3,75
	Total	96,25

Fuente: elaboración propia.

La capacitación se llevó a cabo con presentaciones que se realizaron de forma digital, con el apoyo de equipo de cómputo que dispone la empresa y del salón que se encuentra en las instalaciones de la planta. Los insumos que si requieren de un costo fueron los materiales para impartir el curso y las impresiones del material didáctico y las encuestas realizadas, los cuales fueron absorbidos por el estudiante de EPS.

CONCLUSIONES

1. Para apoyar a los supervisores de los departamentos de producción, mantenimiento y empaque de Rayovac Guatemala, se crearon las boletas de registro de fallas para retroalimentar la información necesaria y útil para la reparación y el buen funcionamiento de la maquinaria, además se reestructuró la hoja de control de embandejado en la cual también se hace anotaciones sobre fallas en las embandejadoras, que son de vital importancia en el proceso de empaque de la pila.
2. El índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo ya existía dentro de la empresa, de esta manera se buscó crear un sistema en el que se pueda recopilar la información necesaria por medio de las hojas de control de embandejamiento y la boleta para registro de fallas mecánicas para enriquecer este índice, ya que el mantenimiento es una de las prácticas de mayor importancia en toda empresa.
3. Se creo un nuevo sistema de rotaciones tomando como base el que existía haciéndolo más versátil y que requiriera de menos traslados, de manera de hacer más eficiente el tiempo que utilizan los operarios para el cambio de posiciones, para ello se creó un plano con la ruta establecida debidamente apoyado con la inducción por parte del supervisor, además se creo un sistema de rotulación en las que se enumeraron las estaciones para que sean fáciles de ubicar por parte del personal nuevo en el departamento.

4. Dentro de las mejoras aplicadas se logró hacer algunos cambios en las máquinas para conseguir aumentar su eficiencia operativa, así como también la propuesta de una máquina automatizada para la estación de formado de cajas.
5. El indicador de desempeño que se le dio la mayor importancia fue el control de embandejado, ya que realizado el estudio de tiempos al equipo instalado (tiempos de embandejado, pareto de probadoras, tiempos perdidos por toma de bandejas y velocidades en máquinas *conflex*) se determinó que esta estación es el cuello de botella de la línea y se usó la información histórica para determinar al operario con mejor promedio de producción, esto para iniciar el proceso de estandarización por parte del supervisor del departamento.
6. Como parte de la implementación de nuevas metodologías que mejoren los procesos en la empresa se creó un programa de capacitaciones sobre la metodología de las 5S's buscando incluir a los operarios y crear la conciencia del trabajo en equipo, para obtener los resultados de las mejoras aplicadas.
7. Mantener el programa basado en 5S's para seguir en el camino de la mejora continua en el proceso de empaque.

RECOMENDACIONES

- 1 . Darle el seguimiento adecuado a la información proporcionada por medio de los indicadores, ya que son datos reales tomados directamente del proceso.
- 2 . Seguir alimentando la base de datos del mantenimiento preventivo para que su ejecución sea la más adecuada y no dejar al equipo olvidado, hasta que presente fallas mayores.
- 3 . Crear un sistema de inducción para operarios recién ingresados ya que cuando llega una persona nueva, solo se le da una explicación y a veces son los mismos operarios los que van explicando las funciones que debe ir desempeñando de esta manera se mejoraría el tiempo de adaptación para lo cual se apoyo con la nueva rotación y el sistema de rotulado de los puestos de trabajo.
- 4 . Buscar nuevas opciones de automatización para el equipo antiguo que se tiene en los distintos departamentos, a fin de mejorar la eficiencia operacional.
- 5 . Seguir con la implementación de las siguientes 3S's faltantes a fin de crear cultura de orden y limpieza en los trabajadores, que es uno de los beneficios de un programa de 5S's para lograr el mejoramiento continuo.

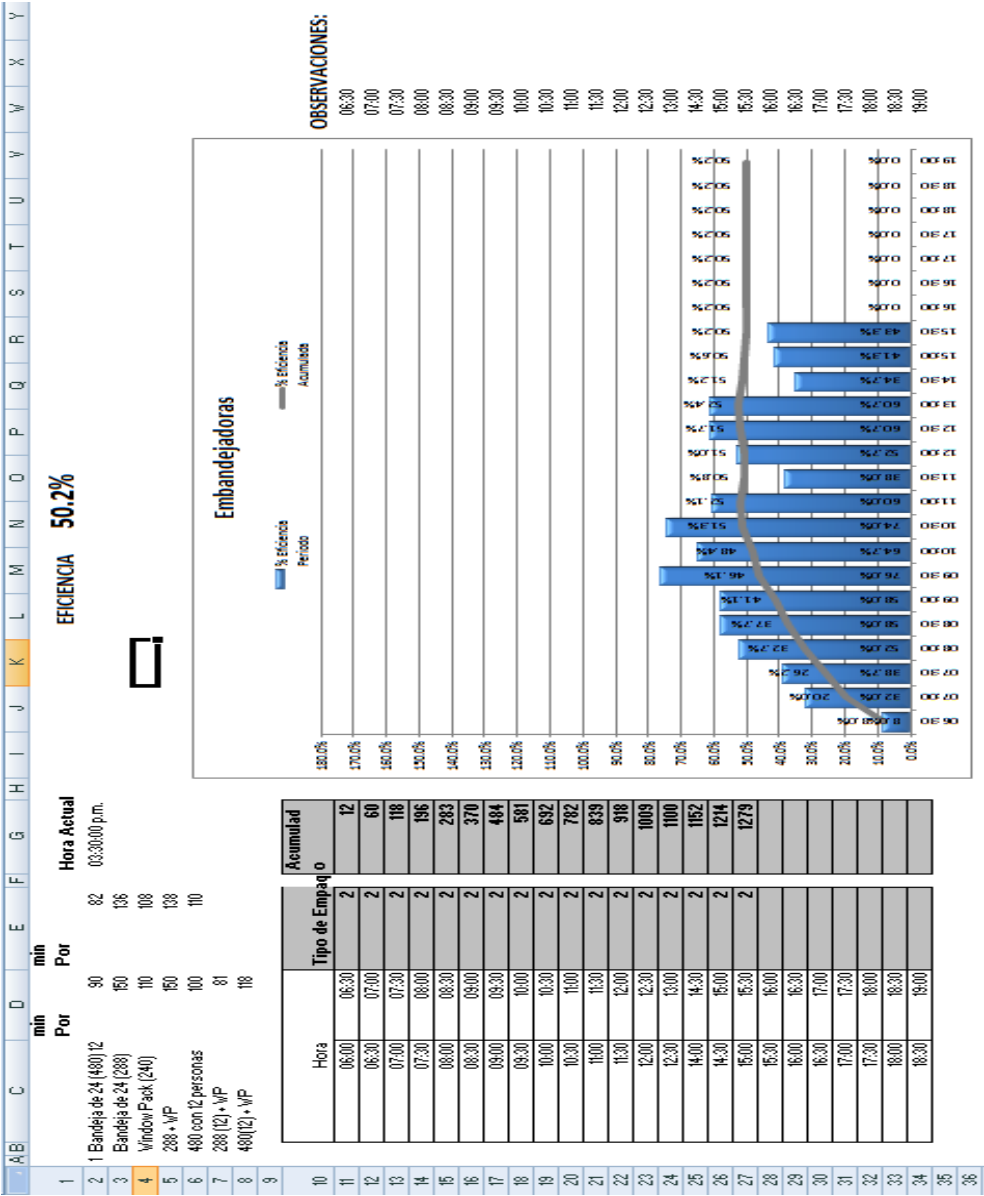
- 6 . Evaluar el seguimiento de las actividades realizadas durante el proyecto de EPS, ya que estas sirvieron únicamente como introducción y otras quedaron planteadas como propuestas de mejora.
- 7 . Dar seguimiento al programa propuesto de capacitación en 5S's y buscar otras áreas que se puedan reforzar mediante capacitaciones expandiéndolas a los otros departamentos de la empresa para seguir aplicando las mejoras y contribuir a la mejora continua de Rayovac Guatemala.
- 8 . Crear un sistema más efectivo para la inspección de pila en todos los departamentos de la planta, con el fin de reducir los defectos de pilas en el proceso de empaque y por ende reducir el número de reprocesos en el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHIAVENATO, Idalberto, *Administración del recurso humano*. 9na ed. 2011. 130 p.
2. DOUNCE VILLANUEVA, Enrique, *La productividad en el mantenimiento industrial*. 10a reimpresión. Editorial Patria. 2007. 110 p.
3. ERDEMAN, Arthur; SANDOR, Geore, *Diseño de mecanismos*. Editorial Prentice Hall. 1998. 178 p.
4. GUTIERREZ PULIDO, Humberto, *Calidad total y productividad*. 4a ed. 2014. 428 p.
5. KOONTZ Harold; PANDO Coro, *Administración: una perspectiva global*. 14a ed. 2012. 238 p.
6. MONROY, Fredy Mauricio, *Manual de montaje y mantenimiento de equipo*. 725 p.
7. NIEBEL, Benjamín, *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13ra ed. 2014. 586 p.
8. SPOTTS, *Proyecto de elementos de máquinas*. Editorial Reverte. 125 p.
9. WALPOLE, Ronald, *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 9a ed. 2012. 287 p.

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de cálculo para medición de eficiencia diaria en el empaque



Fuente: Empresa Rayovac Guatemala S.A. Supervisor Empaque.

Anexo 2. Hoja toma de datos reprocesos en el empaque

	tan 1	tan 2	tan 3
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICES

Apéndice 1. Formato índice control de desperdicio

Control Cantidad de Desperdicio Diario										
FECHA	Cantidad de Bandeja (# band)				Cantidad de Caja (# cajas)			Cantidad de Plástico (kgs)	Cantidad de Termo- encogible (kgs)	
	24 uni	12 uni	WP		480 bat	288 bat	240 Varta			
Lunes										
Martes										
Miercoles										
Jueves										
Viernes										
Sabado										
Total Semana										
Lunes										
Martes										
Miercoles										
Jueves										
Viernes										
Sabado										
Total Semana										
Lunes										
Martes										
Miercoles										
Jueves										
Viernes										
Sabado										
Total Semana										
Lunes										
Martes										
Miercoles										
Jueves										
Viernes										
Sabado										
Total Semana										
Lunes										
Martes										
Miercoles										
Total Semana										

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Formato encuesta necesidad de capacitación**

ENCUESTA DE CAPACITACIÓN



Apellidos:

Nombres:

Departamento:

Fecha de la encuesta:

1. Experiencia de trabajo:

1.1 Antigüedad en la institución: _____ Meses/Años

1.2. Mencione los puestos de trabajo que ha ocupado hasta la actualidad en la empresa.

Puesto 1: _____ Años: _____

Puesto 2: _____ Años: _____

Puesto 3: _____ Años: _____

1.3 ¿Conoce el perfil y descripción de su puesto laboral? SI _____ NO _____

1.4. Mencione, a su juicio, cuáles son las 3 responsabilidades o actividades más importantes de su puesto.

1. _____

2. _____

3. _____

Continuación del apéndice 2.

1.5 ¿Considera que tiene los conocimientos, habilidades y aptitudes para cumplir adecuadamente con las responsabilidades de su puesto actual?

Sí, totalmente _____ A medias _____ No los tengo _____

1.6 ¿Qué es lo que más le gusta de su puesto? ¿Por qué?

1.7 ¿Qué es lo que menos le gusta de su puesto? ¿Por qué?

2. Conocimientos y habilidades:

2.1 ¿Qué conocimientos generales necesitaría para su buen desempeño laboral? (Marque con X todos los que ud. crea pertinentes)

() Relaciones humanas en el trabajo () Seguridad e higiene
() Conocimientos técnicos () Calidad en el servicio

2.2 ¿Qué conocimientos y habilidades específicas de su puesto necesitaría desarrollar? (Nombre específicamente los que considere más importantes)

2.3 ¿Ha oído hablar de la metodología 5S's? y ¿en dónde lo ha hecho?

Continuación del apéndice 2.

2.4 ¿Conoce en que consiste la metodología 5S's?

2.5 ¿Sabe usted los beneficios que brinda la metodología de la metodología 5S's?

2.6 ¿Le gusta trabajar en ambientes limpios y ordenados? SI _____ NO _____

2.7 ¿Cree usted que el orden y la limpieza tiene algún aporte de benéfico para su puesto de trabajo? SI _____ NO _____

2.8 ¿Cree usted que el orden y la limpieza es responsabilidad de los trabajadores o alguien mas debe ocuparse de ello? SI _____ NO _____

3. Capacitación:

3.1 ¿Ha recibido cursos de capacitación? SI _____ NO _____

3.2 ¿Considera adecuada la capacitación que ha recibido? SI _____ NO _____

¿Por qué?

3.3 ¿Cree que en la actualidad su desempeño es tan adecuado como lo desearía usted mismo? ¿Por qué?

Continuación del apéndice 2.

3.4 ¿Cómo determina ud. qué cursos de capacitación necesita seguir? (Marque con X una sola opción)

- a. Opto por el que yo creo requerir para lograr un mejor desempeño ()
- b. De acuerdo a mi experiencia, me guío por la oferta de años anteriores ()
- c. Con base en el perfil de mi puesto de trabajo y el desarrollo de mis competencias ()
- d. Me inclino por el que me ayuda a alcanzar objetivos individuales y de la unidad ()
- e. Otra _____

3.5 ¿Qué clase de capacitación impartida prefiere? (Marque con X una sola opción)

- a. Interna con instructor externo ()
- b. Interna con instructor interno (de la misma empresa) ()
- c. Externa en forma física ()
- d. Externa a través de capacitación a distancia (vía internet) ()

3.6 ¿Qué tipo de competencias necesita desarrollar? (Marque con X una sola opción)

- a. Técnicas ()
- b. Habilidades ()
- c. Nivel académico ()
- d. Otra _____

3.7 Señale en relación a su puesto de trabajo ¿en qué área debería capacitarse?

Agradecemos su valioso tiempo para contestar

Fuente: elaboración propia.

