



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

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM), CAMBIOS RÁPIDOS, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN EL CAMBIO DE PRODUCTOS EN CUATRO LÍNEAS DE EMPAQUE DE LA DIVISIÓN DE CUIDADO PERSONAL, HIGIÉNICOS Y PRODUCTOS DE CONSUMO EN PLANTA COSMÉTICA

Heidy Mariza Huertas Rosales
Asesorado por el Ing. Julio César Jiménez López

Guatemala, abril de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM), CAMBIOS RÁPIDOS, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN EL CAMBIO DE PRODUCTOS EN CUATRO LÍNEAS DE EMPAQUE DE LA DIVISIÓN DE CUIDADO PERSONAL, HIGIÉNICOS Y PRODUCTOS DE CONSUMO EN PLANTA COSMÉTICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HEIDY MARIZA HUERTAS ROSALES
ASESORADO POR EL ING. JULIO CÉSAR JIMÉNEZ LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2016

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

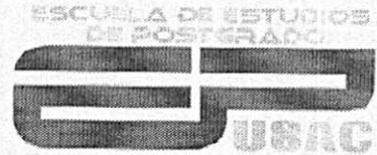
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM), CAMBIOS RÁPIDOS, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN EL CAMBIO DE PRODUCTOS EN CUATRO LÍNEAS DE EMPAQUE DE LA DIVISIÓN DE CUIDADO PERSONAL, HIGIÉNICOS Y PRODUCTOS DE CONSUMO EN PLANTA COSMÉTICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha febrero de 2016.

Heidy Mariza Huertas Rosales



USAC
 TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
 Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-016-2015

Guatemala, 24 de febrero de 2016.

Director
 Juan José Peralta Dardon
 Escuela de **Ingeniería Industrial**
 Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Heidy Mariza Huertas Rosales** carné número **2006-11388**, quien optó la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

Julio César Jiménez López
 Ingeniero Industrial
 Colegiado No. 10937

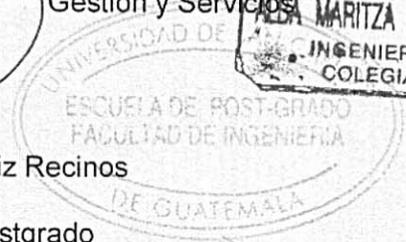
"Id y Enseñad a Todos"

MA. Ing. Julio César Jiménez López
 Asesor (a)

Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
 Coordinadora de Área
 Gestión y Servicios

ALBA MARITZA GUERRERO DE LOPEZ
 INGENIERA INDUSTRIAL
 COLEGIADA No. 4611

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
 Director
 Escuela de Estudios de Postgrado

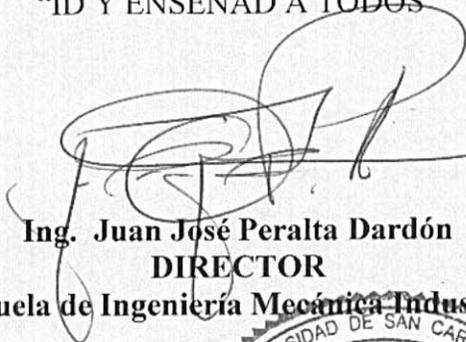


Cc: archivo
 /ia



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 en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM), CAMBIOS RÁPIDOS, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN EL CAMBIO DE PRODUCTOS EN CUATRO LÍNEAS DE EMPAQUE DE LA DIVISIÓN DE CUIDADO PERSONAL, HIGIÉNICOS Y PRODUCTOS DE CONSUMO EN PLANTA COSMÉTICA**, presentado por la estudiante universitaria **Heidy Mariza Huertas Rosales**, 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



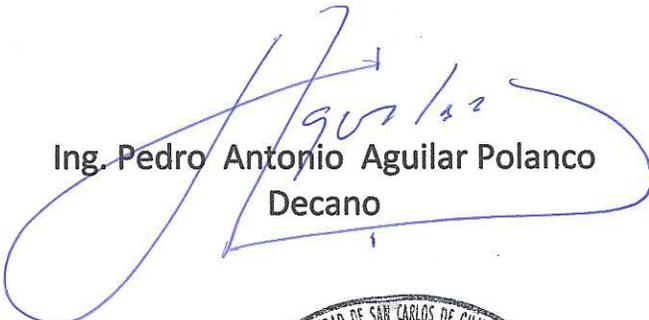
Guatemala, marzo de 2016.

/mgp



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: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM), CAMBIOS RÁPIDOS, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN EL CAMBIO DE PRODUCTOS EN CUATRO LÍNEAS DE EMPAQUE DE LA DIVISIÓN DE CUIDADO PERSONAL, HIGIÉNICOS Y PRODUCTOS DE CONSUMO EN PLANTA COSMÉTICA**, presentado por la estudiante universitaria: **Heidy Mariza Huertas Rosales**, 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, abril de 2016

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ayudarme en cada punto de mi carrera y por darme la fortaleza suficiente para terminar.
Mis padres	Silvia Rosales y Carlos Huertas, por brindarme su apoyo y animarme a seguir adelante.
Mi hermana	Karen Huertas, por su apoyo incondicional y acompañarme en los desvelos.
Mis tíos	Cada miembro de la familia, por brindarme su apoyo y ánimo cuando me sentía derrotada.
Mis amigos	Por acompañarme en este reto y por estar conmigo tantos años.
Mi madrina	Inga. María Eugenia Aguilar, por ser una guía, ejemplo y por cada consejo.
Mi asesor	Julio Jiménez, por brindarme su apoyo y tiempo para asesorarme.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por permitirme, cumplir esta meta, por cubrirme con su infinito amor y siempre darme oportunidad de superarme a mí misma.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera.
Mis amigos de la Facultad	José Armando Pontaza, Manuel Cabrera, por el apoyo y la ayuda brindada en este proceso.
Silvia Yolanda Rosales	Por creer en mí y estar siempre a mi lado.
Carlos Enrique Huertas	Por depositar su confianza en mí y por quererme tanto.
Ingeniera María Eugenia Aguilar	Por ser tan especial y por cada consejo, cada enseñanza de vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2.1. Descripción del problema	7
2.2. Formulación del problema	8
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS	11
5. ALCANCE	13
6. MARCO TEÓRICO.....	15
6.1. Mantenimiento productivo total.....	15
6.1.1. Concepto	17
6.1.2. Definición	17
6.2. Similitudes del mantenimiento productivo total (TPM) y la administración total de la calidad (TQM)	18
6.3. Los cinco pilares del mantenimiento productivo total	20

6.3.1.	Mantenimiento autónomo	20
6.3.1.1.	Descubrir anomalías.....	21
6.3.1.2.	Corrección inmediata con base en las anomalías descubiertas	21
6.3.1.3.	Establecimiento de condiciones	21
6.3.1.4.	Control de mantenimiento	22
6.3.2.	Sistema planeado de mantenimiento	22
6.3.3.	Cambio constante	23
6.3.4.	Mantenimiento de la calidad.....	23
6.3.5.	Capacitación.....	24
6.4.	Pérdidas según el mantenimiento productivo.....	26
6.4.1.1.	Tiempo muerto	26
6.4.1.2.	Pérdidas de velocidad	26
6.4.1.3.	Defecto.....	27
6.5.	Beneficios organizacionales del mantenimiento productivo total	28
6.5.1.	Beneficios organizativos.....	28
6.6.	Desperdicios en producción y su relación con el TPM	29
6.7.	Reducción de tiempo de preparación, cambios rápidos.....	30
6.7.1.	Tiempo de cambio.....	30
6.8.	El tamaño y cambio de lote	30
6.9.	Origen de la técnica SMED (Single -Minute Exchange of Dies).....	31
6.10.	Descripción de la técnica SMED	31
6.10.1.	Observar.....	32
6.10.2.	Identificar y separar.....	32
6.10.3.	Convertir.....	33
6.10.4.	Refinar.....	33
6.10.5.	Estandarizar	34

6.11.	Beneficios de la técnica	34
7.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO.....	35
8.	HIPÓTESIS	39
9.	METODOLOGÍA.....	41
9.1.	Tipo de estudio	41
9.2.	Diseño de la investigación	41
9.3.	Variables e indicadores	42
9.4.	Tiempo en minutos de operación de variables	43
9.5.	Población y muestra	46
9.6.	Trabajo de campo.....	56
9.7.	Técnicas de análisis de información	57
10.	CRONOGRAMA.....	59
11.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	61
11.1.	Recursos	62
12.	BIBLIOGRAFÍA	65
13.	APÉNDICE	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Chequeo de control semanal	50
2.	Rutina de mantenimiento preventivo	51
3.	Diagrama de Gantt.....	60

TABLAS

I.	Diferencia en TQM y TPM.....	19
II.	Definición, Conceptualización y operacionalización de variables.....	45
III.	Reporte de tránsitos día	47
IV.	Bitácora de trabajo por línea de empaque	48
V.	Resumen de eficiencia por semana	48
VI.	Resumen de eficiencia por línea	49
VII.	Evaluación de operarios en línea	49
VIII.	Datos de control de calidad.....	52
IX.	Retrasos en línea	53
X.	Tiempos de máquinas	54
XI.	Lista de actividades internas	54
XII.	Tiempos para cambio de producto	55
XIII.	Tiempo por presentación de productos	55
XIV.	Fondos provisionados	61
XV.	Recursos financieros.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Psi	Libra por pulgada cuadrada, unidad de presión
Z$\alpha/2$	Valor de distribución normal

GLOSARIO

Cadena de suministro	Integración de las funciones principales del negocio, desde el usuario final a través de proveedores originales que ofrecen productos, servicios, información que agregan valor para los clientes y otros interesados.
Eficiencia	Es la capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir un objetivo con el mínimo de recursos posibles.
<i>Picking</i>	Área donde se arman los pedidos en diferentes tamaños de caja, para que salgan posteriormente a ruta de distribución.
Pronóstico de venta	Estimación o nivel esperado de ventas de una empresa, línea de productos o marca de producto, que abarca un periodo de tiempo determinado y un mercado específico.
TPM	Mantenimiento productivo total, por sus siglas en inglés Total Productive Maintenance.

RESUMEN

La venta directa por catálogo es muy compleja, debido a que es muy difícil pronosticar la demanda exacta que tendrá un producto, esto por su complejidad y por lo regular ocurren, con frecuencia, las llamadas sobreventas, que obligan a que toda la cadena de suministro se coordine. Esto para satisfacer la demanda del mercado e intentar en lo posible siempre despachar un producto que ya está vendido en el momento que es solicitado. El fin es la necesidad de satisfacer al cliente y a las sobre ventas.

Es necesario ser eficiente en el cambio de presentación de productos de consumo, ya que es usual que se tenga programado un cierto producto para empacar, pero por la sobreventa del momento se toma como prioridad otro producto. Por ello, para realizar un cambio en el producto de una presentación a otra es primordial, porque permite que el producto llegue a bodega en tiempo. A su vez, esto permite que los pedidos se suministren eficientemente, y que sean entregados a la vendedora puntualmente y la cantidad solicitada. Por ello aumenta la satisfacción de la vendedora y del consumidor final.

La metodología de mantenimiento productivo total en sus siglas (TPM) ha funcionado perfectamente en otras empresas del ramo. Esta mezcla a todas las áreas involucradas en los procesos productivos, las hace conscientes y que trabajen en equipo para llegar a un fin común. Este es el bienestar del lugar de trabajo viéndose reflejado en mayores ganancias para la empresa.

Los cambios rápidos dentro de TPM pretenden minimizar tiempos en cambios de un producto a otro, aumentando la eficiencia y productividad, en

este caso de la línea de empaque. Para este proyecto se pretende implementar y presentar resultados de cuatro de las nueve líneas de empaque que se encuentran ubicadas en la planta en zona 18. Aquí se elaboran productos de consumo personal, higiénicos y cosméticos.

Con base en los resultados obtenidos en las cuatro líneas se aplicará esta metodología en las líneas restantes.

INTRODUCCIÓN

Corporación Lancasco es un conjunto de empresas que se dedican a proveer al cliente productos médicos, cosméticos, higiénicos y de consumo personal. En la actualidad está compuesta por tres ramas.

La presente investigación se realizará en la división de Scentia Perfumería la cual cuenta con nueve líneas de producción. En la actualidad se ha detectado que para cada una de las líneas de producción el tiempo consumido en realizar un cambio de producto es en promedio 40 minutos. Esto afecta directamente a la distribución y algunas veces la calidad.

Con la investigación del uso de la técnica de cambios rápidos, la empresa tendrá una herramienta que le permita mejorar el proceso productivo. Tendrá una reducción de costos en la fabricación y en la distribución del producto.

En el capítulo uno se realizará una presentación de los conceptos del mantenimiento productivo total (TPM) así como los beneficios que conlleva la utilización del mantenimiento. Se hará referencia a los pasos para tener un mantenimiento dentro de una planta de producción.

En el capítulo dos se describirá el proceso de cambios rápidos dentro de una línea de producción. Estos son de beneficio para la productividad de las actividades.

En el capítulo tres se describirá el proceso de cada línea de producción tanto para el llenado de crema, colonias, geles y cremas. Dentro de la planta en

estudio se tratará con el mejoramiento de la eficiencia de cada uno de los procesos que se realizan.

Por último, en el capítulo cuatro se hará referencia a los procesos de mantenimiento que se deben dar en cada una de las líneas de la planta. También el proceso de cambios rápidos para la implementación. Además del análisis de la ruta crítica del proceso para la reducción de tiempos en la línea.

1. ANTECEDENTES

Corporación Lancasco es una empresa que cuenta con tres divisiones. Una de las divisiones se dedica a la venta de productos por catálogo, las instalaciones de esta planta se encuentran ubicadas en zona 18. Esta cuenta con nueve líneas de empaque, y se ha observado que en cada una de las líneas se pierde tiempo en el cambio de productos. Se han realizado estudios de medición de tiempos, siendo los paros inesperados la principal causa de atrasos en producción. Por medio de esta investigación se pretende implementar la metodología de cambios rápidos, para lograr la optimización de tiempos, costos y disminución de mermas en cuatro de las nueve líneas de empaque.

Existen documentos que describen técnicas las cuales se pueden aplicar para la disminución de tiempo entre cambio de producto en las líneas de producción.

Muncharaz (2010) investigó como optimizar mantenimientos preventivos en una instalación industrial en una empresa farmacéutica en Valencia, España. Dentro de esta investigación se analiza el uso del método de TPM. Esto para reducir mermas dentro de la organización. A partir de las observaciones efectuadas en los protocolos y actuaciones diarias del responsable de mantenimiento, se recopilan y se analizan de los procesos dentro de la planta de cómo puede aumentar la productividad dentro de las líneas de producción.

El responsable de mantenimiento utilizó métodos estadísticos, medición de tiempos, indicadores, inspecciones, previgilancias y auditorías externas para

recopilar los datos necesarios e implementar posteriormente la metodología TPM, disminuyendo paros, costos en el proceso productivo general de la organización. Sus objetivos y conclusiones pueden ser comparados con las propuestas en este trabajo de investigación, aunque son aplicadas en un país diferente. También es verdad que son aplicadas a una industria farmacéutica que cuenta con procesos similares a los utilizados en Corporación Lancasco para la división de Scentia Perfumería.

Lezana (2002, p. 15) utilizó la metodología TMP aplicado la industria química en general. Esto logró un aumento global del 40% de la efectividad y descendió un 90% la tasa de defectos en los procesos y redujo los costos de producción en un 30%. Inició aplicando TPM para una línea de producción, donde el objetivo principal era optimizar el proceso de producción mediante los cambios rápidos de productos. Esto consiste en un cambio programado de productos al menor tiempo y optimizando costos, relacionando la mano de obra, suministros, mantenimientos preventivos y correctivos de maquinarias.

Luego de implementar y reducir tiempos y costos en una de las líneas de producción, se aplicó la misma metodología para tres líneas de producción restantes. Se logró reducir costos y optimizar procesos sin realizar grandes inversiones dentro de la organización. Esto debido a TMP se trata de la aplicación de herramientas simples, donde colaboran tanto supervisores como operarios para lograr un objetivo común.

Sus objetivos y conclusiones pueden ser comparados con las propuestas en este trabajo de investigación. Esto puede utilizarse con la metodología de implementación de cambio en una sola línea de producción y luego expandirlo a las seis líneas. En ellas se necesita reducir mermar y al final aumentar la productividad de la misma, si se logra implementar en una línea no habrá

problema al replicar el método en los cinco restantes. Esto por el funcionamiento de las mismas es básicamente el mismo.

(Rey 2009, p. 23) “Realizó un estudio de la reducción de los tiempos de utillaje en la producción, en el cual utiliza la metodología de integrar máquinas, mano de obra y suministros para optimizar procesos, mediante la metodología TPM” Realizó un análisis de flujo y dividió los procesos en cuatro etapas que son observar, extraer, convertir y reducir.

En la etapa de observar se elige el proceso en el que se desea realizar un cambio y toma nota de su comportamiento. Luego descompone el proceso en operaciones elementales señalando en un documento preparado la operación, el responsable y midiendo los tiempos en el área seleccionada. En la segunda etapa que es extraer, se reorganiza el trabajo limitando la parada de la máquina al tiempo necesario para realizar las operaciones internas definitivas. Esta extrae del conjunto de operaciones la mayor cantidad posible para realizar en operaciones externas.

En la tercera etapa se convierte, mediante modificaciones y mejoras técnicas, en operaciones internas en externas, llegando incluso a suprimir alguna de ellas. Por último, en la cuarta etapa se reduce la duración de las operaciones internas y después la de las operaciones externas. Mediante estos simples pasos aumenta la productividad y se reduce mermar, dentro del proceso productivo.

En el presente trabajo de investigación se pueden aplicar las cuatro etapas que se plantean, ya que los objetivos de su trabajo de investigación están enfocados a la industria en general. Por ello si se logró en la industria en

la que él la intentó aplicar, también se podría aplicar en una industria farmacéutica.

Macillas (2000) en su tesis para optar al título de master, realiza un estudio "*Cambios rápidos utilizando el Mantenimiento Productivo Total (TMP)*", teniendo como meta maximizar la efectividad del equipo, desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para optimizar la economía del equipo y su vida útil. Se involucran a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos, mejorar la confiabilidad y mantenibilidad del equipo para contribuir a la calidad de los productos, aumentar la productividad y promover las actividades autónomas de grupos pequeños.

Con la aplicación de esta tecnología se redujeron los tiempos de preparación de los equipos al mínimo, en los seis tipos de pérdidas que son fallas en los equipos. Esto por ajustes y tiempos de preparación, paros menores e inactividad, la reducción de velocidad, defectos de proceso y menos rendimiento.

Con esta técnica logró el mejoramiento de la productividad total en las organizaciones beneficiando a los consumidores, empleados, dueños, accionistas. Aunque este trabajo fue realizado en una empresa que produce aceros tubulares, es aplicable a esta investigación, ya que la metodología de TPM, no está restringida al tipo de industria. También es aplicable a cualquier proceso productivo. Aunque el producto es diferente la estructura de la organización es muy similar a la de Corporación Lancasco.

Flores (2008) realizó una investigación para optar al título de Maestro en Sistemas de Manufactura. El utilizó la metodología de TPM para identificar fallas y defectos en los equipos para reducir paros en máquinas y pérdidas

crónicas, logrando de esta forma la optimización de procesos productivos mediante la implementación de cambios rápidos. Facilito lotes pequeños de producción, rechazando la fórmula de lote económico, corriendo cada parte cada día, alcanzando el tamaño de lote requerido, realizando el primer producto bien la primera vez, y el cambio de producto en menos de 10 minutos.

Los logros se dan gracias a tres pasos: eliminar tiempos externos, estudiar los métodos, practicar y por último eliminar los ajustes. Esta metodología es aplicable en esta investigación, ya que se plantea solución para lotes producidos. Scentia hoy en día produce mediante lotes y necesita optimizar los cambios de productos en cada una de las líneas de empaque. El proceso sigue inmediatamente después de la realización del producto en las diferentes áreas de fabricación mezclando calidad, personal y maquinaria.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

En 1990, Lancasco fundó Scentia. Empresa que se dedica a la comercialización de productos por catálogo, que en pocos años se ha convertido en una de las de mayor crecimiento en su ramo.

Dentro de los factores de éxito de Scentia están: la calidad e innovación de sus productos y el método de distribución rápido y eficaz. Mediante él se abastece y provee un excelente servicio a miles de vendedoras en varios países.

La planta de Scentia está ubicada en 5,5 km ruta al Atlántico, zona 18. Actualmente cuenta con nueve líneas de empaque.

La creciente competencia, en la venta por catálogo, ha ocasionado que el mercado se torne cada vez más exigente y que en Scentia se tomen medidas para satisfacer esas exigencias y recuperar el puesto que la organización tenía en el mercado. Esto a través de varias observaciones se ha encontrado. Uno de ellos es el atraso en el cambio de producto en cuatro líneas de empaque de la división de cuidado personal, higiénicos y productos de consumo en planta cosmética zona 18. Esto impide que las entregas al consumidor final se realicen a tiempo, aumentando la inconformidad en el cliente.

2.2. Formulación del problema

La pregunta central del presente trabajo es la siguiente:

¿Puede el hecho de aplicar un diseño de mantenimiento total productivo hacer más eficiente el proceso productivo, para las líneas de empaque de la división de cuidado personal, higiénico y productos de consumo?

Para plantear una solución al problema se realizan las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles han sido los problemas más comunes en las máquinas por falta de mantenimiento?
- ¿Qué procedimientos de mantenimiento se cuentan en cada línea de producción?
- ¿Cuál es la frecuencia de mantenimiento de cada maquinaria de las líneas de producción para que no genere pérdida de materiales?

3. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación en la que se plantea el estudio es metodologías de la producción, en la sección de productividad total. Surge por la necesidad ante los problemas básicos en las líneas de empaque de Lancasco. Esto debe realizar una reducción de tiempo entre cambio de producto a producto, de esta forma se disminuirían los costos de fabricación y no se afectaría al consumidor.

Hoy en día dentro de las organizaciones, reducir costos, aumentar la productividad y el servicio al cliente son las principales prioridades para generar ganancias haciendo competitivas a las organizaciones en el mercado. Siguiendo este enfoque, Lancasco busca hacer más competitiva a la organización, abarcando un segmento mayor de mercado, brindando al cliente, confianza y calidad.

Scentia Perfumería es la división de Lancasco que se dedica a la venta por catálogo de artículos de uso personal y limpieza. Actualmente compite con 24 empresas de manera directa haciendo que los clientes se vuelvan más exigentes. Debido a esto la empresa está sufriendo muchos cambios para mejorar su competitividad en el mercado.

El estudio nace con el objeto de minimizar el tiempo de cambios en el empaque de productos. Para que sean entregados a bodega distribuidora en el tiempo requerido, logrando entregar a tiempo y con calidad al cliente. Por ende se ve aumentada la productividad de la línea de empaque.

El mayor beneficiado serán los clientes que adquieren los productos de Scentia Perfumería. Esto por la venta en catálogo de artículos de uso personal y limpieza mejorará de forma considerable, al entregar los productos y la cantidad solicitada, para no demorar la espera del cliente.

4. OBJETIVOS

General

Aplicar el diseño de un mantenimiento total productivo para las líneas de empaque de la división de cuidado personal, higiénicos y productos de consumo, para mejorar la productividad del proceso de empaque.

Específicos

1. Identificar los paros en cambios de productos debido a falta de mantenimientos preventivos en las máquinas de fabricación.
2. Identificar los procedimientos aplicados a la línea de cuidado personal, higiénicos y productos de consumo para mejorar su productividad.
3. Disminuir el tiempo de mantenimiento en las líneas de empaque para evitar pérdidas generadas por las operaciones.

5. ALCANCE

La producción, venta y distribución de productos por catálogo es compleja. Pues se complica conocer exactamente el comportamiento de la demanda en el mercado, Corporación Lancasco decide incursionar en este segmento de mercado, siendo líder en venta directa por catálogo, situación que ha cambiado de enero 2012 a la fecha. Esto debido a la creciente competencia que ha hecho que el mercado sea más exigente, que solicite producto con calidad, en tiempo y con un servicio posventa.

La planta producción de Lancasco se encuentra ubicada en 5,5 km ruta al atlántico zona 18. Esto donde se producen productos de consumos, higiénicos y productos de uso diario que se comercializan a través de Scentia Perfumería S.A., en Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador.

La delimitación espacial de la investigación se circunscribe al ámbito de fábricas de productos de consumo, uso diario e higiénicos que cuentan con un sistema de producción continuo. Esto con diversos departamentos que intervienen en el proceso productivo, como Mantenimiento, Compras, Fabricación y Finanzas. Esta investigación en específico, se realizará en la planta de Lancasco ubicada en 5,5 km ruta al Atlántico, zona 18.

En cuanto a la delimitación temporal el estudio se realizará con base en datos recopilados 2014. Se tomarán comportamientos, analizarán tendencias y se recolectarán datos, para luego aplicar la metodología de mantenimiento productivo total. Esto buscando la disminución de tiempos y costos de producción en los cambios de productos en cuatro líneas de empaque de la

planta Lancasco ubicada en zona 18. Se pretende aplicar la nueva metodología en el último bimestre 2015, en la línea 1 de empaque como prueba piloto.

El alcance de esta investigación es correlacional, ya que se pretende demostrar que en cuanto más tiempo se consume en el cambio de un producto. Esto en la línea de empaque, la satisfacción del cliente por las entregas tardías disminuye.

En el momento que el cliente no queda satisfecho con el servicio de venta por catálogo, busca una mejor opción de entrega y precio. Este no beneficia a la empresa, dado que existen en el mercado guatemalteco más de 20 empresas que comercializan productos similares. Esto representa una pérdida para la empresa si el número de clientes empieza a disminuir.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Mantenimiento productivo total

Este fue desarrollado a partir de la administración total de la calidad (TQM), y es un resultado directo de la influencia del Dr. W. Edwards Deming en la industria japonesa. El Dr. Deming inició su trabajo en Japón luego de la Segunda Guerra Mundial. Como un experto en estadística, el Dr. Deming inicialmente capacitó a los japoneses en la utilización del análisis estadístico en la manufactura y como utilizar los resultados del análisis para controlar la calidad durante el proceso productivo. Los procesos estadísticos iniciales y el resultado de los conceptos de control de calidad, unidos al ético trabajo propio de los japoneses, pronto dieron como resultado una nueva forma de vida dentro de la industria japonesa. Este nuevo concepto de producción se convirtió en lo que actualmente conocemos como administración total de la calidad (TQM). (Álvarez, 2001).

Cuando los problemas de mantenimiento de las plantas fueron examinados como parte del programa TQM, algunos conceptos generales parecían no ajustarse del todo al ambiente del mantenimiento. Por ello los procedimientos de mantenimiento preventivo fueron implementados por algún tiempo y utilizados por muchas plantas.

Las técnicas de mantenimiento preventivo y programas diseñados especialmente para mantener en operación la maquinaria fueron desarrollados. Sin embargo, estas técnicas dieron como resultado maquinaria con exceso de servicio, en un intento por mejorar y mantener la constancia en

producción. El pensamiento en ese entonces era: si un poco de aceite es bueno, si le ponemos más será mucho mejor, lo quedaba como resultado un incremento innecesario en los costos de mantenimiento del equipo. (Álvarez, 2001, p. 23)

En ese tiempo, los programas de mantenimiento de los fabricantes debían ser seguidos tal y como se encontraban estipulados en los manuales. Esto en muchas ocasiones no reflejaba exactamente las necesidades de mantenimiento que la maquinaria requería, existiendo muy poco análisis por parte del personal encargado del mantenimiento. El involucramiento de los operadores de la maquinaria en los programas de mantenimiento era muy escaso o ninguno y el personal de mantenimiento tenía muy poca capacitación como para ir más allá del contenido de los, en muchas ocasiones, inadecuados manuales de mantenimiento. (Amstead, 1985)

De todo lo anterior, finalmente se detectó la necesidad de sobrepasar el simple hecho de establecer un programa de mantenimiento basado en las recomendaciones del fabricante. Se necesitó, por lo tanto, de un método que permitiera el mejoramiento de la productividad y la calidad del producto de parte de las empresas que ya se encontraban en el proceso de implementación de los programas del TQM. Para solventar este problema, y aún mantenerse dentro de los conceptos originales, las modificaciones al TQM fueron hechas y dieron origen a lo que ahora conoce como TPM. Estas modificaciones elevaron el estatus del mantenimiento hasta un nivel en el cual éste se convierte en una parte integral del programa general de calidad.

El origen del término mantenimiento productivo total se ha discutido en varios escenarios. Mientras algunos dicen que los primeros en utilizarlo fueron algunos fabricantes americanos hace aproximadamente cuarenta años, otros en

cambio atribuyen su origen a los programas de mantenimiento utilizados a finales de los años 60 por Nippodenso, una compañía japonesa fabricante de componentes eléctricos para automotores. A Seiichi Nakajima, un funcionario del Instituto del mantenimiento de plantas en el Japón, se le atribuye la definición de los conceptos del TPM y la implementación de este programa en cientos de plantas. (Amstead, 1985, p. 45)

6.1.1. Concepto

El mantenimiento productivo total (TPM) es un programa de mantenimiento que involucra un nuevo concepto definido para el mantenimiento de plantas y sus equipos. La meta de TPM es principalmente el incremento de la producción al mismo tiempo, que incrementa la moral del empleado y la satisfacción en su trabajo. (Álvarez, 2001, p. 23)

6.1.2. Definición

TPM está orientado a disminuir los costos de las unidades producidas por medio del aseguramiento del uso eficiente de los equipos y plantas de producción. (Hartmann, 2000, p. 21)

Por lo tanto, es como una herramienta que permite ingresar a un nivel de excelencia mundial. Se encarga de asegurar:

- Mejora en la actuación de los negocios
- Cambio cultural/beneficios para el personal
- Ventaja competitiva

El TPM reconoce que quien dirige el negocio es directamente el cliente. Por lo que se da respuesta a sus expectativas, no solamente para satisfacerlas, sino para excederlas. La meta es maximizar el valor agregado del producto, eliminando el desperdicio a lo largo de todo el proceso productivo.

Dentro de cualquier empresa en la que se implemente el TPM, se debe trabajar principalmente con los departamentos de Producción y Mantenimiento, permitiendo que lo hagan como un solo equipo. Con la misma meta que es incrementar la eficiencia de los equipos y permitir un mejoramiento en la rentabilidad global de la organización.

6.2. Similitudes del mantenimiento productivo total (TPM) y la administración total de la calidad (TQM)

El programa TPM se asemeja mucho al ya conocido TQM, muchas de las herramientas como lo son la autonomía del empleado, el benchmarking, la forma de documentar las actividades y muchas otras utilizadas en el TQM son utilizadas para poder implementar y optimizar el TPM. A continuación se listan las similitudes más notorias entre ambos programas. (Festo, 2013, p 45)

- Es necesario el compromiso total por parte de los niveles superiores de la administración, es necesario para llevar a cabo ambos programas.
- A los empleados se les debe dar autonomía y poder, de tal forma que puedan llevar a cabo las acciones correctivas y mejoras a procesos que consideren necesarios.
- Se debe tomar en cuenta un amplio rango de tiempo para esperar resultados de la implementación, ya que puede tomar más de un año. Esto

por ser procesos de mejoramiento continuo, cuanto más tiempo pase y más enfocado y comprometido se encuentre el personal, se observarán mejores resultados.

- Ambos programas tratan de prevenir problemas y no solo de solucionar los ya existentes.
- Eliminan desperdicio brindando todas las ventajas que este hecho presenta, como lo es principalmente la reducción de costos; por lo tanto, una mejora al nivel competitivo.
- Todas las personas son responsables por el desarrollo del trabajo. (Responsabilidad colectiva).
- La meta principal de los programas es brindar un producto que cumpla con todos los requisitos de calidad que el cliente espera. Esto permite predecir todos los costos en los que se incurren para la producción.

Así como estos dos programas presentan sus similitudes, también se encuentran diferencias significativas. Estas se resumirán en forma general en la tabla comparativa siguiente:

Tabla I. Diferencia en TQM y TPM

Categoría	TQM	TPM
Objeto	Calidad (salida y efectos)	Equipo (ingreso y causas)
Principios para logro del objetivo	Sistematizar la administración	Participación del empleado
Objetivo	Calidad por mantenimiento preventivo y predictivo	Eliminar pérdidas y desperdicios

Fuente: elaboración propia.

6.3. Los cinco pilares del mantenimiento productivo total

Los procesos fundamentales del mantenimiento productivo total han sido llamados por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (J.I.P.M.) como pilares. Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. (Maggard, 1986)

Esta estrategia de mejora en los sistemas de producción TPM posee fundamentos o pilares que rigen su forma de actuar. Estos se describen a continuación.

6.3.1. Mantenimiento autónomo

Este pilar está encaminado hacia el desarrollo de las habilidades del operador de tal forma que él pueda ser capaz de hacerse cargo por sí mismo de pequeñas operaciones de mantenimiento como lo son lubricación, limpieza e intervenciones menores. De esta forma se libera tiempo para el personal del Departamento de Mantenimiento, permitiendo que se dediquen a actividades de mayor valor, así como a reparaciones técnicas. Por lo tanto, con la implementación del mantenimiento autónomo, los operarios serán los encargados del mantenimiento básico de su equipo y por lo tanto de la forma en que ellos retardarán su deterioro.

Para lograr los objetivos principales del mantenimiento autónomo es necesario que los operarios cuenten con la adecuada capacitación y el establecimiento de estándares que faciliten y permitan la implementación del trabajo autónomo. (Rey, 2009)

Dentro del mantenimiento autónomo se encuentran contenidos los principales aspectos que permitirán alcanzar un trabajo autónomo real y estos son:

6.3.1.1. Descubrir anomalías

Esto se refiere al hecho de permitir que el operario sea capaz no solo de detectar paradas del equipo o problemas de calidad, sino también que sea capaz de prevenir problemas futuros, detectando tempranamente los posibles problemas en el proceso. (Maggard, 1986)

6.3.1.2. Corrección inmediata con base en las anomalías descubiertas

Aquí se pretende que el operario sea capaz en cualquier momento de llevar su equipo a las condiciones normales de operación. Esto tomando las decisiones adecuadas y estableciendo las medidas pertinentes que le permitan prevenir la repetición de la anomalía detectada. (Calvo, 2004)

6.3.1.3. Establecimiento de condiciones

En este aspecto se busca que el operario sea capaz de establecer condiciones de operación de su equipo con base en la experiencia obtenida para determinar la existencia o inexistencia de anomalías en operación. (Calvo, 2004)

6.3.1.4. Control de mantenimiento

A este se refiere como el hecho de lograr que el operario sea capaz de corregir y detectar fallos. También de respetar las reglas establecidas de mantenimiento que le permitirán prolongar la vida útil de su equipo. (Calvo, 2004)

6.3.2. Sistema planeado de mantenimiento

De forma general, cuando se hace referencia al Sistema planeado de mantenimiento o conocido también como Sistema progresivo de mantenimiento, se describe el desarrollo de un sistema con el cual se puedan realizar chequeos periódicos que permitan identificar síntomas de deterioro. Con base a estos establecer un programa de restauración, así como contar con una base de datos históricos que permita con base en la experiencia ser más precisos en el establecimiento de las actividades del Mantenimiento preventivo. De lo anterior, se reduce que este es uno de los pilares más importantes del TPM ya que unido a los demás, nos permite avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta cero averías. (Crown, 2003)

El TPM, a través de su sistema planeado de mantenimiento posee una mayor óptica o visión de los procesos de gestión preventiva de equipos. Esto permite hacer las siguientes contribuciones al tradicional mantenimiento preventivo establecido en la mayor parte de empresas:

- Mejora en la exactitud de tiempos para la realización del mantenimiento preventivo, ya que propone el uso de una base de datos de información histórica que permiten hacer uso de la experiencia en las calendarizaciones del mantenimiento.

- Permite que el personal de mantenimiento actúe en forma específica sobre las fallas que puedan producirse en cualquier momento en un equipo determinado y no actuar en forma general sobre todo el equipo y sus diversos componentes.

6.3.3. Cambio constante

Este posee una gran cantidad de actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo. El objeto es maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos interfuncionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales. (Dieck, 1994)

6.3.4. Mantenimiento de la calidad

Estas actividades se encargan de establecer las condiciones del equipo que permiten evitar los defectos de calidad. Se basan en el principio de que si se mantiene un equipo perfecto, se obtiene una perfecta calidad del producto. Las condiciones del equipo son verificadas y medidas en intervalos de tiempo, para verificar que estas medidas se encuentren dentro de las tolerancias permitidas, evitando así posibles defectos. Las variaciones en los valores de medidas son observadas para predecir las posibilidades que aparezcan defectos y para tomar medidas anticipadamente. (Maggard, 1986)

Se dice que el mantenimiento de calidad tiene como propósitos principales los siguientes:

- Eliminar los defectos de calidad producidos por la pérdida de las condiciones ideales del equipo.
- Prevenir los defectos de calidad, manteniendo las medidas del equipo dentro de los estándares establecidos.

6.3.5. Capacitación

Esta pretende que dentro de la organización se pueda contar con personal revitalizado y multifuncional, con una alta moral que pueda llegar a su trabajo y desarrollar las funciones que le son requeridas de una forma eficiente e independiente. Por lo tanto, la capacitación se les brinda a los operadores con el objeto de actualizar sus conocimientos e incrementar sus habilidades. (Lezana, 2002)

Como se hacen las cosas es necesario también que conozcan el por qué se hacen las cosas. La simple experiencia les enseñará cómo hacer las cosas para solucionar los problemas que se les presenten en un determinado momento, sin saber realmente la causa del problema. Debido a esto es necesario que los operarios conozcan los fundamentos de sus acciones y sepan el por qué las hacen. (Lezana, 2002)

Los operarios deben ser capacitados para cumplir con las cuatro fases del programa de capacitación. La meta principal de la aplicación constante del programa es lograr una organización llena de expertos. Las cuatro fases de la capacitación son las siguientes:

- Fase 1: no tiene conocimiento
- Fase 2: conoce la teoría, pero no la práctica
- Fase 3: puede hacerlo, pero no puede enseñarlo
- Fase 4: puede hacerlo y también puede enseñarlo

Luego de completar las cuatro fases de la capacitación, los operarios serán capaces de realizar las actividades que el TPM busca en ellos, las cuales son: (Lezana, 2002)

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Habilidad para analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

6.4. Pérdidas según el mantenimiento productivo

El denominador común que está constituido por las pérdidas en producción, ya que son las acciones que se encuentran frecuentemente en las diversas estaciones de trabajo e impiden que el proceso de producción tenga la eficiencia que realmente podría alcanzar. (Muncharaz, 2010)

6.4.1.1. Tiempo muerto

Aquí se encuentran las pérdidas que están representadas por fallos o ajustes en maquinaria que impiden la continua ejecución del proceso productivo y son: (Lezana, 2002, p 67)

- Fallas en el equipo, debido a desperfectos.
- Fijación y ajuste, debido a cambios que se puedan presentar dentro de las corridas de producción.

6.4.1.2. Pérdidas de velocidad

Dentro de esta clasificación se encuentran las pérdidas que dificultan la continua entrega del producto hacia la siguiente estación de trabajo. Estas se clasifican en. (Lezana, 2002)

- Pequeñas paradas debido a obstaculización en la alimentación de material (pieza) de trabajo, o debido a una anormal (falla en) operación.
- Reducción de velocidad, debido a discrepancias entre la velocidad para la cual fue diseñado el equipo y la velocidad actual de trabajo.

6.4.1.3. Defecto

Tal como su nombre lo indica, aquí se clasifican las pérdidas con base en el no cumplimiento de las características de calidad establecidas. Estas son: (Muncharaz, 2010)

- Defectos de proceso, debido a desperdicio y defectos de calidad que pueden ser representadas por reparaciones o reprocesos.
- Reducción de rendimiento, debido al cambio entre el proceso de inicio a producción estable.

Las seis pérdidas anteriormente definidas son las más significativas dentro del ámbito de producción. De igual forma se encuentran otras diez pérdidas no menos significativas, pero que dependiendo del sistema de producción que se encuentre implementado en la planta, se podrán encontrar o no estas son:

- Pérdidas por problemas en herramientas de corte
- Pérdidas por operación
- Pérdidas por programación
- Pérdidas por control en proceso
- Pérdidas por movimientos
- Pérdidas por desorganización en líneas de producción

- Pérdidas por deficiencia en logística interna
- Pérdidas por mediciones y ajustes
- Pérdida en el empleo de energía
- Pérdidas en herramientas, utensilios y moldes

6.5. Beneficios organizacionales del mantenimiento productivo total

Debido al enfoque de mejora, no solo del área de Producción, sino del conjunto completo de la organización en donde se aplique el TPM, se clasifican sus beneficios de la siguiente forma: (Muncharaz, 2010)

6.5.1. Beneficios organizativos

Dentro de los beneficios organizativos se pueden mencionar los siguientes:

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.

- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Redes de comunicación eficaces.
- Crea un ambiente de Proactividad.
- Brinda cierta flexibilidad a la empresa permitiendo reaccionar en forma rápida a los cambios en el mercado. (Muncharaz, 2010, p. 67)

6.6. Desperdicios en producción y su relación con el TPM

De forma general se describe el desperdicio como cualquier actividad que se lleva a cabo dentro del sistema de producción. Este incrementa el costo del producto, pero en ningún momento incrementa el valor agregado.

Debido a que las causas que frecuentemente generan los desperdicios son el manejo excesivo, el tiempo muerto y los defectos de calidad. Este se puede asegurar que la implementación del TPM para el logro de la eliminación de estas tres causas es de gran beneficio. El programa en forma general se encuentra orientado hacia ese objetivo que es eliminar las fuentes de desperdicio que impiden el incremento de la eficiencia y mejora productiva.

Con el involucramiento y la correcta capacitación del personal que son quienes están en contacto diariamente con el proceso productivo y tienen una mejor visión de lo que sucede en líneas de producción, se pueden obtener mejores resultados, reduciendo al mínimo los desperdicios. (Hartmann, 2000)

6.7. Reducción de tiempo de preparación, cambios rápidos

La utilización de cambios rápidos permite reducir los tiempos de preparación de la máquina para fabricar lotes y eliminar *stocks*. (Rey, 2009)

6.7.1. Tiempo de cambio

Es el periodo que transcurre desde la fabricación de la última pieza válida de una serie, hasta la primera pieza correcta de la siguiente serie.

6.8. El tamaño y cambio de lote

En los procesos productivos se denomina tiempo planificado, al tiempo que se prevé utilizar la máquina para fabricar. El tiempo planificado se divide en dos. Por un lado se dispone del tiempo durante el cual la empresa está elaborando producto, denominado tiempo de funcionamiento. Por otro lado, del tiempo que la máquina se encuentra parada, por motivo de avería, descansos de producción o por preparación para la fabricación de un nuevo lote de producto. Este es llamado tiempo de cambio de lote o tiempo de preparación.

Evidentemente, cuanto mayor sea el tiempo de funcionamiento frente al tiempo de cambio de lote, más largo será el período en que la empresa genera producto, aumentando la productividad y por tanto, los costes. Tan obvio es este planteamiento, que las fábricas siempre han intentado llevar al mínimo el número de cambios de lote, en su planificación de la producción. (Hartmann, 2000)

6.9. Origen de la técnica SMED (Single -Minute Exchange of Dies)

Shigeo Shingo está considerado como uno de los padres del TPS (Toyota Production System) junto con Taichi Ohno. Aunque a Taichi Ohno se le considera el creador de los conceptos y las ideas que sustentan el modelo de producción de Toyota. A Shigeo Shingo se le atribuye la capacidad de hacer factibles los planteamientos de Ohno, convirtiéndolos en técnicas y herramientas concretas.

Shingo es conocido por la técnica SMED que se desarrollara con detalle a continuación, pero también por ser una eminencia en el mundo de la calidad. Sentó las bases del ZQC (Zero Quality Control) que propugna la eliminación de la no calidad en el origen y relacionado con ello, inventó la utilización de los *poka yokes*, que son mecanismos que hacen imposible la generación de errores en los procesos productivos. (Shingo, Shigeo1990)

El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED, Shigeo Shingo. Este es acrónimo de las palabras, que significa que los cambios de formato o herramienta necesarios para pasar de un lote al siguiente, se pueden llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos.

6.10. Descripción de la técnica SMED

La técnica SMED sigue los siguientes pasos:

6.10.1. Observar

El proceso de cambio de lote discurre desde última pieza correcta del lote anterior, hasta la primera pieza correcta del lote siguiente.

En este primer paso se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo este y conocer el tiempo invertido.

Son 3 las actividades principales:

- Filmación completa de la operación de preparación: se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos. Cuando el proceso de cambio se lleva a cabo por varias personas, todas ellas deben ser grabadas de forma simultánea.
- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar: en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, personal de producción, encargados, personal de mantenimiento, calidad, y otros. En esta fase se aclaran dudas y se recopilan ideas.
- Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden. (Shingo, Shigeo 1990, p. 45)

6.10.2. Identificar y separar

Se entiende por operaciones internas aquellas que se deben realizar con la máquina parada. Las operaciones externas son las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

Inicialmente todas las operaciones se hallan mezcladas y se realizan como si fuesen internas. Por eso es tan importante la fase de identificación y separación.

Por ejemplo: transportar el molde, que se utilizará en el siguiente lote, hasta la máquina es una operación externa, ya que se puede realizar al margen de que la máquina esté funcionando. Limpiar el tamiz en un molino de pintura debe realizarse con la máquina parada y por eso se considera una operación interna. (Shingo, Shigeo 1990)

6.10.3. Convertir

En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio. (Shingo, Shigeo 1990)

6.10.4. Refinar

En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas. El objetivo es acortar al máximo los tiempos empleados.

Los tiempos de las operaciones externas se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio.

Para la reducción de los tiempos de las operaciones internas se llevan a cabo operaciones en paralelo. Se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes. (Hartmann, 2000. p. 76)

6.10.5. Estandarizar

La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada.

Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo. Estos pueden incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo.

6.11. Beneficios de la técnica

Los principales beneficios que se obtienen tras la aplicación de esta técnica, se resumen en:

- Se transforma tiempo no productivo en tiempo productivo, que repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de la planta.
- Es posible la reducción del lote de producción, cuyas consecuencias son un incremento de la flexibilidad de la planta frente a los cambios de la demanda, una reducción del plazo de entrega, una disminución del *stock* de material en curso y la consecuente liberación de espacio en la planta productiva.
- Se estandarizan los procedimientos de cambio de lote, estableciendo métodos de trabajo cómodo y seguro, reduciendo el producto rechazado en los procesos de ajuste, ofreciendo procesos de aprendizaje fáciles y garantizando la competitividad de la empresa a lo largo del tiempo. (Shingo, Shigeo1990)

7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

1.1 Antecedentes

1.2 Definición

1.3 Bases del mantenimiento productivo total

1.3.1 Similitudes entre mantenimiento productivo total (TPM) y la administración de la calidad total (TQM)

1.3.2 Pilares del mantenimiento productivos

1.3.2.1 Mantenimiento autónomo

1.3.2.2 Sistema planeado de mantenimiento

1.3.2.3 Cambio constante

1.3.2.4 Mantenimiento de la calidad

1.3.2.5 Capacitación

1.4 Pérdidas según el mantenimiento productivo total

1.4.1 Tiempo muerto

1.4.2 Pérdidas de velocidad

1.4.3 Beneficios del mantenimiento productivo total

2. REDUCCIÓN DE TIEMPO DE PREPARACIÓN, CAMBIOS RÁPIDOS

- 2.1 Tiempo de cambio
- 2.2 Distinción entre operaciones
- 2.3 El tamaño y cambio del lote
- 2.4 Origen de la técnica
- 2.5 Descripción de la técnica
 - 2.5.1 Observar
 - 2.5.2 Identificar y separar
 - 2.5.3 Convertir
 - 2.5.4 Refinar
 - 2.5.5 Estandarizar
- 2.6 Beneficios de la técnica

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LÍNEAS

- 3.1 Línea 1: llenado de cremas
 - 3.1.1 Proceso de llenado de cremas
 - 3.1.2 Diagrama de operaciones de cremas
 - 3.1.3 Fallas en la operación
- 3.2 Línea 2: llenado de colonias 1
 - 3.2.1 Proceso de llenado de colonia 1
 - 3.2.2 Diagrama de operaciones de colonia 1
 - 3.2.3 Fallas en la operación
- 3.3 Línea 3: llenado de colonias 2
 - 3.3.1 Proceso de llenado de colonia 2
 - 3.3.2 Diagrama de operaciones colonia 2
 - 3.3.3 Fallas en la operación
- 3.4 Línea 4: llenado de cremas y geles
 - 3.4.1 Proceso de llenado de geles
 - 3.4.2 Diagrama de operaciones de geles

3.4.3 Fallas en la operación

4. IMPLEMENTACIÓN DE CAMBIOS RÁPIDOS, TPM

4.1 Proceso de TPM

4.1.1 Orden, limpieza y seguridad

4.1.2 Desarrollo de personal

4.1.3 Clima en el área

4.1.4 Administración de mantenimiento

4.1.5 Administración de indicadores

4.2 Identificación de actividades

4.2.1 Actividades internas

4.2.2 Ingresar material de empaque

4.2.3 Preparar papelería

4.2.4 Realizar arranque

4.2.5 Preparar corrugado

4.2.6 Actividades externas

4.2.6.1 Desarmar la máquina

4.2.6.2 Lavado de piezas

4.2.6.3 Limpieza en el área de trabajo

4.2.6.4 Ingreso de gráneles al área

4.2.6.5 Armado de máquina

4.2.6.6 Codificación de la orden

4.2.7 Ruta crítica del proceso

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA
APÉNDICES

8. HIPÓTESIS

Hi: El tiempo demás consumido en el cambio de un producto, en la línea de empaque, disminuye la satisfacción del cliente por entregas tardías.

Ho: El tiempo consumido en el cambio de un producto, en la línea de empaque, no influye en la satisfacción del cliente por entregas tardías.

Ha: El descuadre en el inventario de bodega de producto terminado, disminuye la satisfacción del cliente porque genera que se traslade tarde el producto a *picking*.

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de estudio

Este será cuantitativo correlacional, ya que se pretende demostrar que incrementando la eficiencia en las líneas de empaque. Esto para que los cambios de presentación sean más rápidos, los pedidos sean entregados en tiempo.

9.2. Diseño de la investigación

La presente investigación se efectuará de forma experimental. Debido a que las nueve líneas de producción que funcionan en la planta. Se trabajará experimentalmente con cuatro. En ellas se implementará la metodología TPM, en las cinco restantes se seguirá con el método que se ha trabajado en los últimos cuatro años, se compararán resultados.

La línea con la que se iniciará es la línea uno. En ella se verificarán tiempos del método actual y luego se compararán las eficiencias antes y después de cada línea. También se compararán las eficiencias con las líneas que aún utilizan el método actual.

Con los resultados por línea se comparará la productividad en cada caso y cómo aporta a la productividad total del área de empaque de la planta. Cada línea sufrirá cambios relacionados con TPM, desde la cultura de cada operario y su relación con las áreas implicadas, hasta tener las herramientas y piezas necesarias para realizar los cambios de presentación más rápido. Esto permite

de esta forma incrementar la eficiencia en cada línea, y por ende la eficiencia del área de empaque.

9.3. Variables e indicadores

- Tiempo de paro: cantidad de tiempo, en minutos, que la máquina pasa parada sin procesar ningún producto. Esta variable es la que se busca disminuir la mayor cantidad posible, ya que entre menos tiempo la máquina esta parada, más unidades son empacadas.
- Efectividad global: esta variable evalúa el rendimiento del equipo mientras está funcionando, ayuda a medir los minutos que la máquina está funcionando, qué tanto empaca, si son las cantidades indicadas y que debería realizar cada máquina.
- Disponibilidad: esta variable mide el porcentaje de tiempo, en minutos, que la máquina se encuentra trabajando.
- Eficiencia: porcentaje de velocidad de empaque del producto, esta variable es una de las más importantes ya que la meta para fin de año es elevar al 90% la eficiencia del área de empaque.
- Tasa de calidad del producto: porcentaje de defectos que se encuentran en las unidades empacadas. Esto por ser despachadas a bodega distribuidora y las que ya se encuentran en bodega distribuidora para ser trasladadas del área de *picking*.

- Productividad: relación entre la cantidad de productos empacados y los recursos utilizados para empacar los productos, es una de las principales variables del estudio.
- Tiempo teórico de operación: tiempo teórico dado en minutos, que la máquina debería trabajar, según la capacidad y las especificaciones técnicas.
- Tiempo teórico de ciclo: tiempo estándar en minutos para el proceso. Este tiempo es un parámetro que se obtiene de datos obtenidos con anterioridad.
- Cantidad empacada: número de unidades empacadas en el tiempo de operación.
- Tiempo operación: minutos reales que la máquina funciona.

9.4. Tiempo en minutos de operación de variables

- Tiempo de paros: la información se obtendrá de cronometrar y bitácoras de trabajo de líneas de empaque.
- Efectividad global: los indicadores área de mantenimiento servirán como fuente de información para obtener esta variable.
- Disponibilidad: los indicadores del área de mantenimiento serán la fuente para realizar el análisis de esta variable.

- Eficiencia: la información se obtendrá de indicadores líneas de empaque y la medición de tiempos en cada línea de empaque.
- Tasa de calidad del producto: la información se obtendrá de indicadores área de Control de calidad.
- Productividad: la información se obtendrá de indicadores área de Empaque.
- Tiempo teórico de operación: la información se obtendrá de reportes de mantenimiento.
- Tiempo teórico de ciclo: la información se obtendrá de reportes de mantenimiento.
- Cantidad empacada: la información se obtendrá de bitácoras de control de cada línea de empaque.
- Tiempo operación: la información se obtendrá de bitácoras de control líneas de empaque y mantenimiento.

Tabla II. Definición, conceptualización y operacionalización de variables

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumento
Tiempo de paros	Cantidad de tiempo que la maquina pasa parada.	Medición de tiempos en minutos	Cronómetros y bitácoras de trabajo de líneas de empaque
Efectividad global	Evalúa el rendimiento del equipo mientras está funcionando	Efectividad global = Disponibilidad x Eficiencia x Tasa de calidad del equipo (rendimiento) de productos	Indicadores área de mantenimiento
Disponibilidad	Porcentaje de tiempo que la máquina se encuentra trabajando.	Disponibilidad = $\frac{\text{Tiempo teórico de op.} - \text{Tiempo de parada}}{\text{Tiempo teórico de operación}} \times 100$	Indicadores área de mantenimiento
Eficiencia	Porcentaje de velocidad de empaque del producto	Eficiencia = $\frac{\text{Tiempo teórico de ciclo} \times \text{Cantidad procesada}}{(\text{Rendimiento}) \text{ Tiempo de operación.}} \times 100$	Indicadores líneas de empaque/ Medición de tiempos
Tasa de calidad del producto	Porcentaje de defectos	Tasa de calidad de productos = $\frac{\text{Cantidad procesada} - \text{Cantidad de defectos}}{\text{Cantidad procesada}} \times 100$	Indicadores área de control de calidad
Productividad	Relación entre la cantidad de productos empacados y los recursos utilizados para empacar los productos.	Productividad = (Productos o Servicios Producidos) / (Recursos Utilizados)	Indicadores área de empaque
Tiempo teórico de operación	Tiempo teórico que la máquina debe trabajar.	Tiempos otorgados por mantenimiento según especificaciones e historial de la maquina	Reportes de mantenimiento
Tiempo teórico de ciclo	Tiempo estándar para el proceso.	Tiempos otorgados por mantenimiento según especificaciones e historial de la maquina	Reportes de mantenimiento
Cantidad empacada	Número de unidades empacadas en el tiempo de operación	Medición de unidades por línea de empaque	Bitácoras de control de cada línea de empaque
Tiempo operación	Tiempo real que la maquina funciona	Medición real de mantenimiento	Bitácoras de control líneas de empaque y Mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

9.5. Población y muestra

La población son las cantidades empaçadas en cuatro líneas de empaque de una planta productora de cosméticos, higiénicos, productos de consumo y de uso diario.

Para la muestra se tomarán datos de la línea de empaque número 1. Aquí es donde en la actualidad se realizan de 6 a 8 cambios de productos y un promedio de 1 200 unidades por hora.

Para la muestra se necesita saber cuántos productos se debe analizar si son de buena calidad y llegan a tiempo a distribución, de una producción normal en una jornada diurna.

Parámetros

Jornada: 8 horas diarias

Unidades empaçadas: 1 200 u/h * 8 = 9 600 unidades al día.

N= 9 600

Z α = 1,96 (ya que el nivel de confianza utilizado es del 95%)

P= 5 %=0,05

Q= 1-0,05=0,95

D= 5% (es la más utilizada cuando no se tiene definida, ya que es la más recomendada estadísticamente)

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * P * Q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * P * Q} = \frac{9\,600 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (9\,600 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} = \frac{1\,751,7696}{23,9975 + 0,182476} = \frac{1\,751,7696}{24,179976} = 72,44 \cong 73$$

Se necesitan tomar una muestra de 73 productos diarios, que son entregados a bodega distribuidora en tiempo y con la calidad requerida, durante un mes.

Tabla III. **Reporte de tránsitos día**

<i>GT</i>	<i>NC</i>	<i>TIENDA</i>	<i>Total</i>	<i>Fac.</i>	<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ficti</i>	<i>Total</i>	<i>Ubica</i>	<i>Inicio</i>	<i>Saldo</i>	<i>Estatus</i>	<i>Hora de Entrega</i>	<i>País</i>	<i>Surtidor</i>
<i>Hora</i>	<i>Cod.Pend</i>	-	<i>Tmas.Pend</i>	<i>honduras</i>	<i>Tda</i>	<i>Unidades Pendientes</i>									
06:00															
21:00															
22:00															
00:00															
01:00															
02:00															
03:00															
04:00															
05:00															
06:00															
ÚLTIMO PRODUCTO DE PLANTA															
ÚLTIMO PRODUCTO DE PROVEEDORES															
PRODUCTO PENDIENTE DE ENTREGA															

Fuente: hojas de control *picking*.

Tabla IV. **Bitácora de trabajo por línea de empaque**

núm.
Línea:

Fecha	Unidades	Eficiencia	Horas Trabajadas	Prod./hora	Total Semanal	Prod. Prom. semanal	Semanal

Producción Teórica	1 002,00	ud/hora
Producción Real	1 005,26	ud/hora

Eficiencia Máxima	157%
Eficiencia Mínima	48%

Fuente: bitácora de trabajo de empaque 2014.

Tabla V. **Resumen de eficiencia por semana**

Semana	Fecha	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Total

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Resumen de eficiencia por línea**

Línea 1		Línea 2	
Eficiencia		Eficiencia	
Producción		Producción	
Línea 3		Línea 4	
Eficiencia		Eficiencia	
Producción		Producción	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Evaluación de operarios en línea**

Tema/Puesto	Abastecedor	Llenadora	Colocar bomba	Sacar Frasco	Poner tapa/codificar	Colocar etiqueta (de frente y de fondo)	Colocar en caja	Preparar Material	Cortar Bomba	Empacador	Agrafadora	Fabricante
Conocimiento de productos elaborados en la línea												
Conocimiento de materiales de empaque utilizados en la línea												
Conocimiento de maquinaria y equipos de la línea												
Conocimiento de materias primas												
Conocimiento y manejo de distintos tipos de frascos												
Operaciones de matemática básica												
Conocimiento y manejo de riesgos en el trabajo												

Fuente: archivos empaque 2014.

Figura 1. Chequeo de control semanal

CHEQUEO DE CONTROL SEMANAL

Máquina: Llenadora Accutek

Ubicación: EMPAQUE 1

INSTRUCCIONES: Marque dentro de la casilla según sea el caso

- Buenas condiciones
- Malas condiciones

Fecha del:

al:

ACTIVIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN NO EFECTIVA, AVISAR A:
ANTES DE OPERACIÓN									
Llave de alimentación de Aire comprimido abierta								Abrir válvula de aire comprimido	Auxiliar de Mantenimiento
Presión de Aire comprimido entre 40 a 60 psi								Ajustar el Regulador de aire a presiones entre 40 a 60 psi	Auxiliar de Mantenimiento
Chequeo de fugas de aire en el sistema								Ajustar Racores de mangueras de aire	Auxiliar de Mantenimiento
DURANTE LA OPERACIÓN									
Llenado con volumen correcto según producto a llenar								Calibrar válvulas de aire en parte superior, ajuste de tope de piston	Auxiliar de Mantenimiento
Presión de Aire comprimido entre 40 a 60 psi								Ajustar el Regulador de aire a presiones entre 40 a 60 psi	Auxiliar de Mantenimiento
DESPUÉS DE OPERACIÓN									
Limpieza de equipo								Realizar limpieza	Operador

Supervisor de Área:

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES

Operador de Área:

--	--	--	--	--	--	--	--

Mantenimiento:

--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: archivos mantenimiento 2014.

Figura 2. Rutina de mantenimiento preventivo

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Máquina: Agrafadora

Ubicación: Empaque 3

Nombre de la Rutina: Mantenimiento preventivo Agrafadora

Periodicidad de Manntto: cada 3 meses

Tiempo Asignado para Rutina (hrs): de 3 a 6 horas

REPUESTOS A UTILIZAR				
	Nombre	Código	Cantidad	Especificación
1	Timmer 220 voltios		2	
2	Rele 10 pines		2	
3	Valvulas 5 vias		3	
4	Racor 1/4"		10	
5	Manguera neumática 1/4		6	de alta presion
6	Switch		2	
7				
HERRAMIENTAS A UTILIZAR				
	Nombre	Código	Cantidad	Especificación
1	Llaves Cola Corona		1 juego	
2	Cuchilla manual		1	
3	Llaves Allen		1 juego	
4	Alicate		1	
5				
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
	Equipo	Cantidad	Tipo de Uso	
1	Guantes de mecanica	1	Protección para manos y dedos	
2	Mascarilla	1	Protección bucal (si hay producto presente)	
3	Lentes	1	Protección para ojos (por alcohol y vidrio)	
4				
5				
PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD				
	Actividad	Detalle		
1	Limpieza	Realizar limpieza exterior con desengrasante y Wippe		
2	Lubricación	Realizar lubricacion de Valvulas		
3	Cambio mangueras	Aflojar abrazaderas, extraccion de mangueras, cortar mangueras nuevas a la misma medida, instalar mangueras con abrazadera		
4	Sistema Electrico	Revision del sistema, apretando las conexiones		
5	Sistema Neumático	Realizar la lubricacion de todas las Valvulas		
6				

Fuente: archivos mantenimiento 2014.

Tabla VIII. Datos de control de calidad

TPM								
LÍNEA DE EMPAQUE #:								
SEMANA DEL								
MATERIAL A RECHAZO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL SEMANA
Frasco o Serigrafía								
Tapa								
Etiqueta de frente								
Etiqueta de fondo								
Anillo (casquillo)								
Bomba y Difusor								
Caja de Presentación								
Manga								
Granel (kg)								

Fuente: archivos mantenimiento 2014.

Tabla IX. Retrasos en línea

Causa de retraso	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Preparación de material de empaque				
Limpieza entre ordenes				
Reunión de personal				
Refacción (15 min)				
Cambio de orden				
Falta de material por bodega de materiales				
Faltante de frasco lavado (Ribey)				
Terminar atraso				
Material de empaque en mal estado				
Falta de espacio				
Falta de personal				
Codificar otro producto				
Pérdida de tiempo al empezar el día				
toma de fotos por control de calidad				
Limpieza de codificadora				
Nuevos requerimientos en la Orden				
Total de minutos perdidos				

Fuente: archivos empaque 2014.

Tabla X. **Tiempos de máquinas**

Línea	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Global
Tiempo perdido(min)						
Producción						
Velocidad teórica por hora						
Tiempo efectivo por velocidad						
Indicador de velocidad						

Fuente: archivos mantenimiento 2014.

Tabla XI. **Lista de actividades internas**

Actividades Internas

-----Cambio de Orden-----

Desarmar la Maquina	7 min					
Lavar las piezas		11 min				
Limpiar el area						
Meter el nuevo Material						
Meter Graneles						
Armar la maquina					5 min	
Preparar la codificadora						
Calibrar la Maquina						1 min
Cuadrar la Orden						
Entregar la Papeleria						
Devoluciones						
Revisión de Piezas					4 min	

-----28 min-----

Ruta Critica
 Actividades Secundarias

Fuente: archivos mantenimiento 2014.

Tabla XII. **Tiempos para cambio de producto**

Actividades	Tiempo anterior (min)	Tiempo actual (min)
Desarmar la máquina		
Lavar las piezas		
Armar la máquina		
Calibrar la máquina		
Revisión de piezas		
Tiempo total		

Fuente: archivos empaques 2014

Tabla XIII. **Tiempo por presentación de productos**

Presentación	Tiempo de inicio	Tiempo actual

Fuente: archivos empaques 2014

9.6. Trabajo de campo

Esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo con alcance correlacional, pues se relacionará la variable de servicio a bodega distribuidora con la eficiencia en las líneas de empaque. Esto mediante la metodología de mantenimiento productivo total, cambios rápidos, metodología que agrupa al personal, con mantenimientos para minimizar costo y aumentar la productividad en general.

Se utilizará la metodología TPM, cambios rápidos mediante las siguientes fases:

- Fase 1:
 - Se realizará un estudio de tiempo para analizar la situación actual de la línea de empaque, identificar rutas críticas y posibilidades de mejora.
 - Se identificará la ubicación de las tuberías de agua y drenaje, para determinar su incidencia en la demora del proceso de cada línea.
 - Se analizará las piezas de recambio en proceso de empaque, con el objeto de contar con dos juegos de piezas de cambio para lavar y colocar paralelamente las piezas, esto disminuirá el tiempo de la operación.

- Fase 2
 - Se analizará el proceso de lavado con cuello de ganso, para determinar los puntos a mejorar, en la limpieza de las piezas de

recambio, esto para minimizar problemas de contaminación de los productos.

- Se procederá a habilitar un área de lavado especial para línea, para no detener la producción y no interferir en el trabajo de otra línea de empaque.
- Para que exista una ergonomía en las condiciones de trabajo, se debe contar con sillas cómodas para operarios en la línea, que se encuentren adecuadas a las necesidades de cada línea.

- **Fase 3**

- Se efectuarán pruebas pilotos en cada una de las líneas para determinar el avance de la propuesta, determinar puntos a mejorar.
- Se realizará un análisis de los resultados de las pruebas piloto, para identificar los puntos de mejora continua.
- Presentación de resultados a Gerencia de Manufactura.

9.7. Técnicas de análisis de información

Utilizando la estadística inferencial, mediante la toma de muestras, de productos que se toman al inicio del proceso. Cuando está fabricado el producto, también ya fue empacado. Esto es almacenado y finalmente cuando ya está en la caja de pedido. Estos datos son trasladados a una base de datos en Excel, donde se analizarán y se determinarán tendencias según el comportamiento de los productos, que variarán según la calidad del producto terminado y la hora a la que se están colocando en las casas para distribuir.

Excel es una herramienta que analiza datos de forma rápida y sencilla. En ella se realizan gráficas y se ve el comportamiento, se trata de brindar un excelente servicio con productos de calidad e invocación.

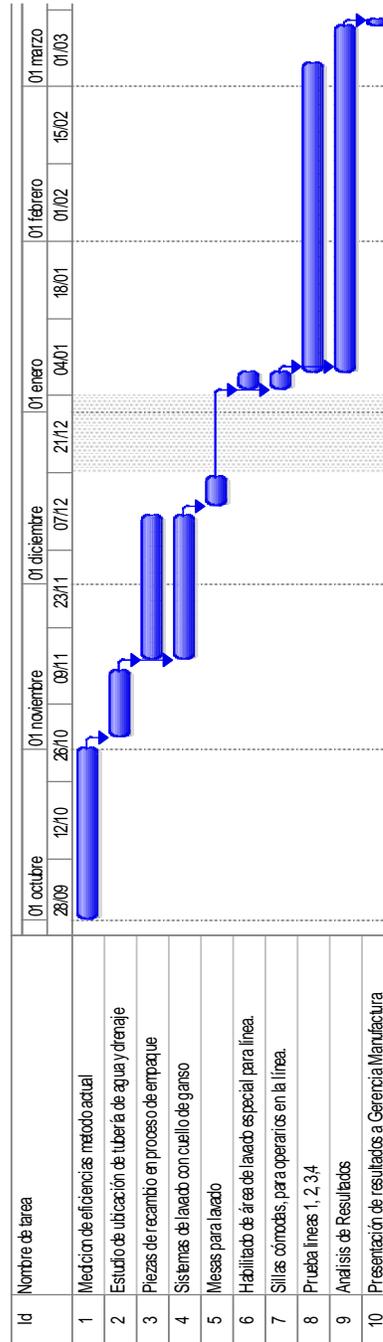
Para la obtención de la información del proceso de cambios rápidos, se analizará a través de una investigación de campo. Esto si cuentan con alguna metodología para realizar las operaciones.

A través de entrevistas no estructuradas y estructuradas se consulta con los jefes de área para conocer las dificultades que presentan las cuatro líneas al no contar con TPM, que permita optimizar las tareas. Los datos serán analizados por medio de un análisis de discurso y lectura temática.

10. CRONOGRAMA

El siguiente es el cronograma de actividades a completar en la presente investigación. Esto desde la elaboración del protocolo al trabajo de campo y la elaboración y presentación del informe final.

Figura 3. Diagrama de Gantt



Fuente: elaboración propia, empleando MS Project.

11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La Corporación está muy interesada en invertir en planta zona 18. Esto con la nueva estrategia desean ser la empresa de venta por catálogo líder, en los países donde se encuentran en la actualidad.

Por confidencialidad de la empresa los flujos de caja e ingresos de ventas no se pueden presentar, pero se tiene acceso a tal información con la cual se realizará el estudio. También se tiene un estimado del desembolso mensual que se realizará para la prueba piloto, lo cual se presentará a continuación. El proyecto ya fue aprobado y se está esperando solamente que se cumplan las fechas acordadas con todos los aplicados para iniciar.

La inversión para TPM ya se encuentra provisionada para desembolsos de la forma que se presenta a continuación. Los fondos asignados pueden ser menores en cada mes para trasladarlos al siguiente, pero no pueden sobrepasar el monto asignado y aprobado para el proyecto.

Tabla XIV. **Fondos provisionados**

Mes	Monto
Octubre	Q 6 600,00
Noviembre	Q 6 600,00
Diciembre	Q 6 600,00
TOTAL	Q 19800,00

Fuente: elaboración propia.

11.1. Recursos

A continuación se detallan todos los recursos necesarios para llevar a cabo la investigación. Así como el trabajo de campo y la elaboración del informe final, tanto humanos, materiales y financieros.

- Humanos
 - Catedrática de los cursos de seminario.
 - Asesor de trabajo de graduación.
 - Coordinador del área de Seminario de la Escuela de Estudios de Postgrado.
 - Revisor de Lingüística.
 - Jefa de área de producción Scentia.
 - Supervisor de línea de empaque.
 - Jefe de Mantenimiento Scentia.
 - Encargado de turno de mantenimiento.
 - Encargada de compras.
 - Operarios en línea.
 - Encargado de control de calidad por línea.
 - Gerente de Manufactura.

- Físicos o materiales
 - Hojas tamaño carta de 80 gramos
 - Impresora
 - Tinta
 - Lápiz y lapiceros azules
 - Sacapuntas
 - Cronómetros
 - Repuestos

- Herramientas
 - Agua
 - Grasa vegetal
 - Desinfectantes y sanitizantes
- Financieros

Tabla XV. Recursos financieros

Recursos	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Costo total
Hojas carta de 80g	1	Resma	Q 32,00	Q 32,00
Tinta para impresora	1	Cartucho Canon	Q 210,00	Q 210,00
Lápiz H2	12	Unidad	Q 1,50	Q 18,00
Lapiceros azules	12	Unidad	Q 1,07	Q 12,84
Sacapuntas	2	Unidad	Q 1,00	Q 2,00
Cronómetros	9	Unidad	Q 65,00	Q 585,00
Pago asesor	1	Unidad	Q 2 500,00	Q 2 500,00
Repuestos	36	Pieza	Q 125,00	Q 4 500,00
Herramientas	9	Caja	Q 325,00	Q 2 925,00
Agua	2 000	Litros	Q 0,01	Q 20,00
Grasa vegetal	2	Tubo	Q 65,00	Q 130,00
Desinfectantes y sanitizantes	2	Canecas	Q 1 260,00	Q 2 520,00
Calentador	1	Unidad	Q 2 600,00	
Sillas nuevas	9	Unidades	Q 675,00	Q 6, 075,00
TOTAL				Q 19 529,84

Fuente: elaboración propia.

12. BIBLIOGRAFÍA

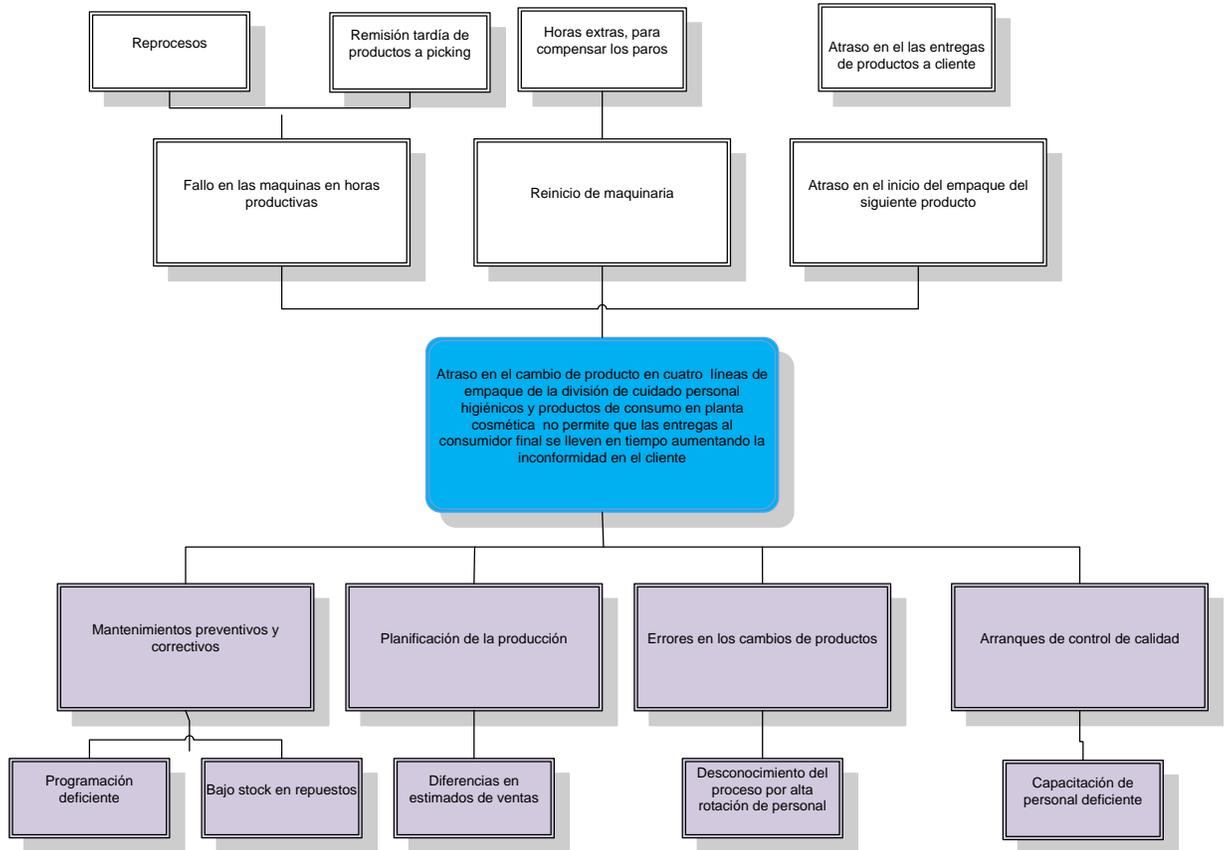
1. ÁLVAREZ MALDONADO, E. (2001). *Implementación del mantenimiento productivo total, para incrementar la productividad y efectividad global de equipos en una planta industrial de alimentos*. 145 p.
2. AMSTEAD B. H. OSWALD F. PHILP (1985), *Procesos de Manufactura* Editorial C.e.c.s.a.
3. CALVO, J. / Logo, J. (2004), *Importancia del mantenimiento productivo total en la automatización de procesos* Técnica Industrial 253.
4. CARNAUD METAL BOX (1996). *Módulo de formación SMED Workshop* Versión 1.0. Inglaterra: Carnaud Metal Box.
5. CROWN HOLDINGS, Inc. (2003). *Manual de procedimientos estándares de operación*. Actualización año 2003. Chicago: Centro Técnico Alsip.
6. DIECK J. A. (1994), *Logrando las condiciones básicas de operación de los procesos*. Diplomado en ciencias de manufactura, módulo IV I.T.E.S.M.
7. FESTO Consultoría Industrial (2013), *Mantenimiento Productivo Total TPM Aproveche al máximo su planta*.

8. FLORES, B. (2008), *Como identificar fallas y defectos en los equipos para reducir paros en máquinas y pérdidas crónicas*. Maestría en Sistemas de Manufactura. Universidad de Valladolid España.
9. HARTMANN EDWAR H. (2000), *Como instalar con éxito el TMP en una planta no japonesa*.
10. LEZANA E. (2002), *TPM en la industria química*. T.M.I.S.L Edición 2002.Asion. 175 p.
11. MACILLAS E. (2000), *Desarrollo de técnicas de cambios rápidos de producción para molinos formadores de tubería de Acero*. Tesis de Maestría Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica.
12. MAGGARD BILL N. RHYNE DAVID M (1986); *Total Productive maintenance: A timely integration of production and maintenance*, The Free press.
13. Muncharaz A. (2010), *Planteamiento para la optimización del mantenimiento preventivo en una instalación industrial*. Universidad Politécnica de Valencia, España. Maestría en Ingeniería del Mantenimiento, Trabajo Final. 165 p.
14. REY, F. (2009), *Reducción de los tiempos de cambios de utillaje en la producción*. Escuela de Valladolid Técnica Industrial 284.

15. SCHERKEBACH W. (1992), *La ruta de Deming. Compañía editorial continental.*
16. SHINGO, S. (1990). *Una revolución en la producción: El Sistema Smed.*2ª. Edición. España: Gráfica Hergos S. A.
17. SUMANTH, J. (1990), *Ingeniería y administración de la productividad* Editorial Mc Graw Hill.

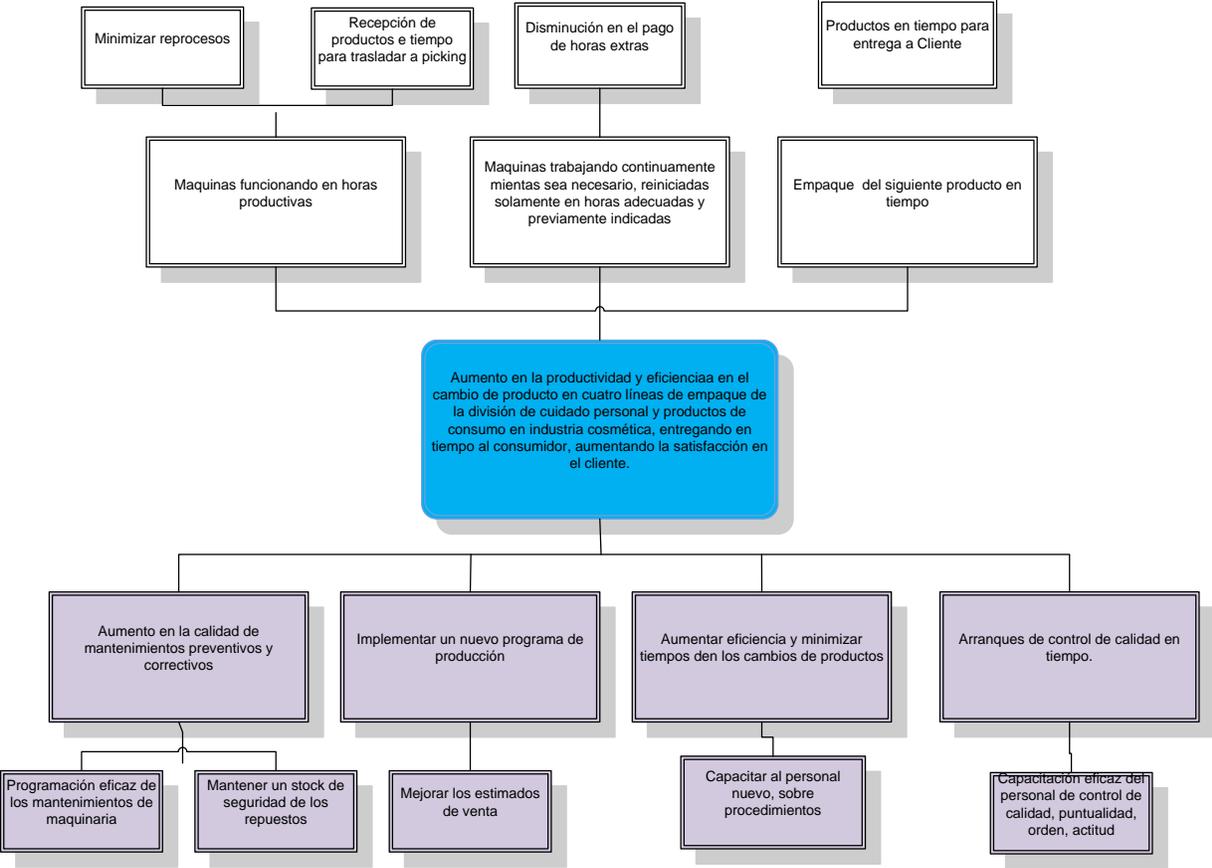
13. APÉNDICE

Apéndice 1. Árbol de problemas



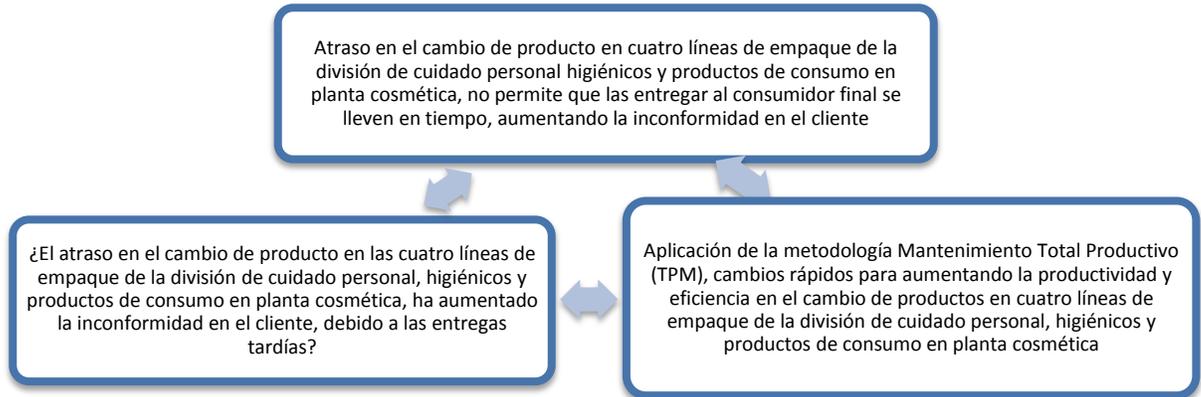
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Matriz de coherencia



Preguntas auxiliares	Objetivos específicos	Fases	Conclusiones preliminares	Recomendaciones preliminares
¿Qué origina que la maquina pare en tiempos no programados, cuando se realiza un cambio de producto?	Identificar los paros en cambios de productos debido a falta de mantenimientos preventivos en las máquinas de empaque			
¿Qué parte del programa de producción puede ayudar a que los cambios se realicen eficientemente?	Aplicar las nuevas herramientas proporcionadas por la empresa asesora, para planificar de forma óptima el cambio de cada producto, en cada línea.			
¿Cómo influye control de calidad en los atrasos que se dan en cada cambio?	Coordinar con control de calidad horarios y plan de producción, para que estén listos y realicen los arranques en tiempo.			

Fuente: elaboración propia.

