



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

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN EN UNA
EMPRESA AGROINDUSTRIAL, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE *LEAN MANUFACTURING***

Alonzo Moisés Tzep Miranda

Asesorado por la Msc. Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN EN UNA
EMPRESA AGROINDUSTRIAL, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE *LEAN MANUFACTURING***

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALONZO MOISÉS TZEP MIRANDA

ASESORADO POR LA MSC. INGA. ROSA AMARILIS DUBÓN MAZARIEGOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdoba Estrada
EXAMINADORA	Inga. Mayra Zaadeth Arreaza Martínez
EXAMINADORA	Inga. Karla Lisbeth Martínez Vargas
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 DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE *LEAN MANUFACTURING*

Tema que me fuera asignado por la Dirección de las Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 26 de febrero de 2013.



Alonzo Moises Tzep Miranda

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142

AGS-MGIPP-0051-2013

Guatemala, 26 de febrero de 2013.

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
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 **Alonso Moises Tzep Miranda** con carné número **2000-11456**, 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,

Aéreo

“Id y enseñad a todos”



Ma. Inga. Rosa Amarilis Dubón M.
Asesor (a)

Msc. Ing. César Augusto Aki Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios

César Aki Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.063.013

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 DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**, presentado por el estudiante universitario **Alonzo Moisés Tzep Miranda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 162.2013

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 DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**, presentado por el estudiante universitario: **Alonzo Moisés Tzep Miranda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 4 de marzo de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la guía constante en mi vida, una importante influencia en mi carrera y para mi desarrollo personal.
Mi padre	Cristóbal Tzep Carac, infinitas gracias, por el amor, educación religiosa y secular, que me brindado y por su indescriptible ejemplo.
Mi madre	Teresa Miranda Ramírez, gracias por el apoyo, amor, protección y paciencia que me brinda.
Mi esposa	Wendy Gutiérrez de Tzep, mi amor eterno y amiga, gracias por el apoyo, el amor y sentido que da a mi vida.
Mis hijos	Cristóbal Moisés y a los que vendrán, por ser la inspiración de cada día y la unión de nuestro hogar.
Mis hermanos	Vilma, Carol, Lidia, Haroldo, Etel, Ingrid, Teresa Tzep Miranda, por su amor, paciencia, ejemplo y apoyo durante el desarrollo de mi vida.
Amigos	Gracias por su amistad y momentos inolvidables compartidos.

**Compañeros de
trabajo**

Andor Gerendas, por su amistad, ejemplo,
apoyo en mi desarrollo profesional y personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO.....	V
RESUMEN.....	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. OBJETIVOS	7
4. ALCANCE	9
5. JUSTIFICACIÓN	11
6. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
7. MARCO TEÓRICO.....	15
7.1. <i>Lean Manufacturing</i>	15
7.2. Value Stream Mapping (VSM)	17
7.3. Las 7 mudas o desperdicios	19
7.4. Método de las 5'S	22
7.5. Método Kaizen.....	26
7.6. Kamban	27
7.7. El análisis de Pareto	30

8.	METODOLOGÍA.....	33
8.1.	Etapa de identificar la familia del producto	35
8.2.	Entender lo que el cliente quiere	37
8.2.1.	Llevar a cabo el flujo del proceso	37
8.2.2.	Llevar a cabo el flujo de materiales	37
8.2.3.	Llevar a cabo el flujo de información	38
8.2.4.	Cálculo del ciclo de trabajo (plazo de entrega)	38
8.3.	Análisis de VSM del estado actual	39
8.4.	VSM Futuro.....	39
9.	ÍNDICE PROPUESTO	41
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Número de tesis con referencia a la herramienta de manufactura esbelta utilizada	4
2.	Número de tesis con referencia al sector industrial donde fueron implementadas	5
3.	Modelo de <i>Lean Manufacturing</i>	16
4.	Identificación de los 7 mudas	22
5.	Medio esterilizado para la producción de las plantas.....	35
6.	Área de esterilizado de medios de cultivo	36

GLOSARIO

Calidad	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
Efectividad	Es la capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado.
Eficiencia	Capacidad de lograr el efecto en cuestión, con el mínimo de recursos posibles viables.
Ergonomía	Es un sencillo proceso de aplicación del sentido común. Además, es una herramienta que no requiere de mucho entrenamiento, que por necesidad, debe estar enfocada en el producto y en el usuario del proceso. En síntesis, se puede decir que la ergonomía es la disciplina científica que estudia todo lo concerniente a la relación entre el hombre y sus condiciones de trabajo.
Lean	Manufactura esbelta, metodología para la mejora continua para la eliminación de los desperdicios.
Productividad	Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo; a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos.

VSM

Diagrama de proceso que se utiliza para graficar un mapa de la cadena de valor del proceso, sigue flujos, materiales, información.

RESUMEN

En la actualidad, las empresas buscan ser más competitivas a nivel nacional e internacional, para lo cual están implementando estrategias que contribuyan a una alta productividad y garanticen la calidad en los productos y servicios que ofrecen. Es por esto que se ha visto la necesidad de adoptar la filosofía de manufactura esbelta o *Lean Manufacturing* como elemento diferenciador y de éxito que garantice una alta competitividad en el mercado.

A través de la recopilación de los proyectos y tesis de las principales universidades, se realizará una revisión bibliográfica donde se muestre el conocimiento que se tiene acerca de la manufactura esbelta en las industrias. Para ello, se escogieron algunas de las herramientas de manufactura esbelta como lo son: 5'S, Justo a Tiempo, Poka Yoke, Seis Sigma, VSM, Fábrica Visual y Kanban. Esta revisión estará disponible para que las empresas que desean adoptar alguna de estas herramientas puedan acceder a esta información y conocer los logros más relevantes que se obtuvieron con su implementación.

Estará enfocado en la implementación de mejoras en una empresa agroindustrial, con las herramientas necesaria para optimizar costos, para garantizar la rentabilidad y productividad de la empresa, se verificara que al implementar las herramientas se confirmarán los logros obtenidos en otras empresas.

1. INTRODUCCIÓN

La economía se ha visto afectada por el alza en los precios, esto afecta tanto al productor como al consumidor, ha pasado lo mismo en la agroindustria, han disminuido las ventas y se han incrementado los precios de la materia prima e insumos para su producción, a fin de continuar operando es necesario reducir costos en la producción de la planta agroindustrial

Durante muchos años las empresas han ido creando y utilizando herramientas para identificar y eliminar los desperdicios durante un proceso para mejorar la calidad, el tiempo de producción y reducir los costos en el proceso. Para resolver el problema de desperdicios en el proceso, *Lean Manufacturing* tiene varias herramientas, estos incluyen mejora continua de procesos, los cinco porqués y error-corrección. De este modo se puede verificar con un enfoque muy similar en relación a los procesos y a otras metodologías de mejora.

La implementación *Lean Manufacturing* se centra en conseguir la mejora continua en los procesos al eliminar desperdicios, en la cantidad adecuada para conseguir un flujo de trabajo perfecto, mientras minimización de los desperdicios y de ser flexible y capaz de cambiar rápidamente. El objetivo de *Lean Manufacturing* es para hacer que el trabajar sea bastante simple de entender, hacer y administrar, al ser más fácil se vuelve más rápido, se reducen tiempos y por lo tanto se reducen costos que es el objetivo principal

Se analizará el proceso de empaque de esquejes para su exportación, se optimizara el área de empaque de vástagos, ya que este empaque consume recursos tanto de personal, materia prima que elevan el precio del producto terminado, en el proceso de empaque se utilizan en cuando a mano de obra personal del Departamento de Protección Vegetal y personal del Departamento de Producción.

Al realizar el análisis con las herramientas de *Lean Manufacturing* se iniciará realizando el mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping) con el fin de identificar oportunidades de mejora en el proceso de empaque, se identificarán los procesos que agregan valor al empaque y se eliminará, de ser posible, las actividades que no agregan valor, se verificará si son necesarios cada uno de los recursos que se consumen en el empaque, se verificará si el número de personas asignadas al proceso es el óptimo

Al analizar el proceso de empaque, se determinará qué herramienta de *Lean Manufacturing* se puede utilizar para la optimización del proceso, como en todo proceso de mejora continúan y como parte fundamental de *Lean Manufacturing* se implementará la herramienta de las 5'S.

Se compararán los resultados de la implementación para verificar el impacto que tiene en el empaque y el área de esterilizado de medios que se utiliza para la siembra de las plantas ornamentales, para definir en qué porcentaje mejoró la cantidad de plantas empacadas, la cantidad de medio esterilizado, los recursos que se utilizaron y el porcentaje de mejora en el proceso.

2. ANTECEDENTES

El proceso de la manufactura esbelta inicio justo a mediados del siglo XX en Toyota Motors Company, concretamente en la sociedad textil del grupo, con Taiichi Ohno y sus discípulos que recopilaron y aplicaron en Toyota. El propósito de esa nueva forma de trabajar es eliminar todos los elementos innecesarios para alcanzar la reducción de costes, cumpliendo con los requerimientos de los clientes. (Rajadell Carreras y Sánchez García, 2006).

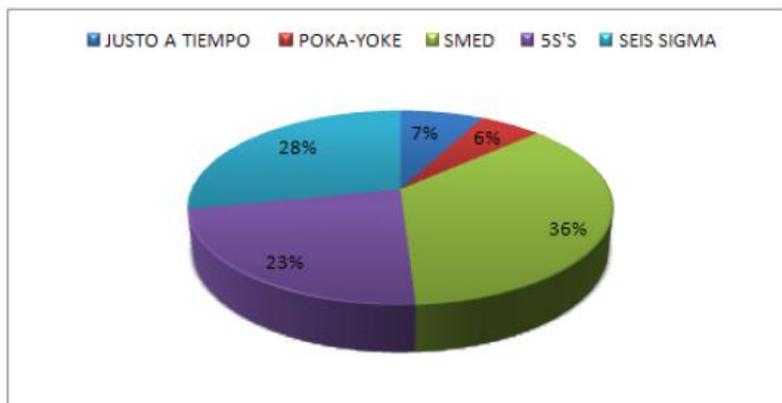
El análisis de la cadena de valor es una herramienta de optimización, tiene como objetivo mejorar el producto agregando más valor, reduciendo y/o eliminando actividades que no dan valor agregado a los ojos del cliente, ayuda a visualizar fuentes de desperdicios y cuellos de botella o restricciones del proceso, minimizando el tiempo de ciclo reduciendo los gastos de operación. (Peter Hines y Nick Rich, 1997).

Según un estudio realizado en México por Primitivo Reyes Aguilar profesor de varias universidades, después de comparar resultados de varias empresas que utilizaron el sistema de producción tradicional con el de manufactura esbelta, se encontró que al utilizar este último logro reducciones en:

- 50 % o más en espacio utilizado en manufactura
- La distancia entre los procesos tuvo una disminución constante
- 30 % en disminución de costo en todos los inventarios
- Tiempos de entrega del pedido hasta entrega del producto en 50 %
- Costo de producto en promedio 30 %
- Defectos en un 50 %

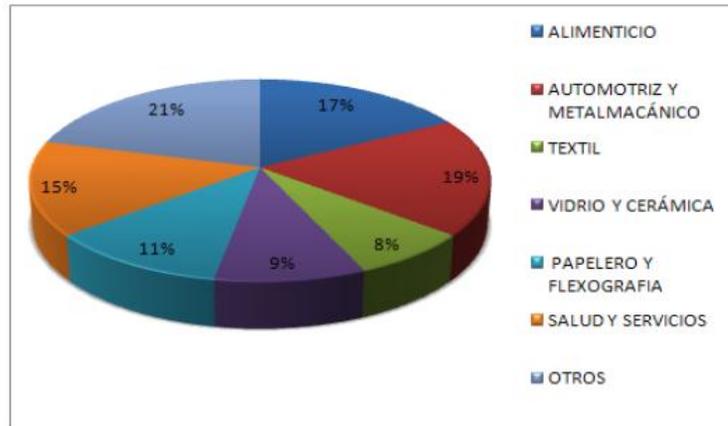
En Colombia se realizó un estudio de la aplicación en la industria de la manufactura esbelta en temas de tesis y proyectos de grado, fueron evaluadas 14 universidades en un período de 5 años. Del estudio realizado durante 5 años y en 14 universidades en Colombia se establece que en las implementaciones de tesis muy poco o nada se implementó de la herramienta de VSM (Value Stream Mapping o mapeo de la cadena de valor), que es una de las bases principales de la manufactura esbelta, con respecto al sector industrial que se aplicó, en la agroindustria quizás aparezca en el área de otros o quizás no se aplicó.

Figura 1. **Número de tesis con referencia a la herramienta de manufactura esbelta utilizada**



Fuente: Argueta J. (2011). Aplicación Lean Manufacturing en la Industria Colombiana.

Figura 2. **Número de tesis con referencia al sector industrial donde fueron implementadas**



Fuente: Argueta J. (2011).Aplicación Lean Manufacturing en la Industria Colombiana.

En Guatemala con respectó al sector agroindustrial el Value Stream Mapping ha sido poco o no ha sido utilizado, esta aplicación y con otras herramientas de la manufactura esbelta, traerá un ahorro mínimo de un 10 % en el costo de la mano de obra en el área de producción, actualmente utiliza una fuerza laboral de 700 personas en el departamento, de la empresa ECKE GERANIUMS y que pueden ser aplicados en áreas de la agroindustria.

3. OBJETIVOS

General

Optimizar los costos de operación en el área de esterilizado de medios y en procesos de empaque de esquejes para la exportación, para reducir los costos de empaque y producción de las plantas ornamentales.

Específicos

1. Identificar oportunidades de mejoras por medio de análisis de los procesos productivos con la utilización del mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping), a lo largo del proceso de empaque y esterilizado de medios.
2. Utilizar las herramientas de manufactura esbelta necesarias para obtener mejoras en el número de personas asignadas al proceso, los recursos utilizados para el empaque.
3. Disminuir los desperdicios a lo largo de la cadena de valor para obtener mayor eficiencia en los procesos y optimizar los costos de producción.

4. ALCANCE

Aplicar conceptos de manufactura esbelta en el Departamento de Estilización de medios de cultivo para reproducir esquejes de plantas ornamentales, explicar cada uno de los conceptos que sean aplicables en el proceso de producción, para luego explicar los beneficios obtenidos en los procesos.

Se realizará el análisis del proceso de empaque de esquejes en finca primavera de la empresa de ECKE GERANIUMS, para luego seleccionar las herramientas de *Lean Manufacturing* necesarias para las mejoras, se capacitará a los supervisores de cada grupo para luego implementar las mejoras con las herramientas seleccionadas, con dichas herramientas se buscara reducir los costes de empaque, es decir buscar el número óptimo de personas en el empaqué, reducir los desperdicios de tiempo, sobre proceso, materias primas utilizadas.

Al verificar y cuantificar las mejoras obtenidas en las áreas anteriormente descritas se buscara que sea un ejemplo para las demás áreas, para que puedan mejorar sus procesos en el futuro y que puedan verificar los resultados obtenidos con la utilización de herramientas de *Lean Manufacturing*.

5. JUSTIFICACIÓN

Entre el 2010 y 2012 la planta de producción se encuentra con limitaciones económicas como muchas de las empresas a nivel mundial, incluso varias plantas de producción de plantas ornamentales han cerrado por la recesión, las ventas han bajado considerablemente, los precios de los productos se han incrementado, los clientes no están dispuestos a pagar el aumento en los precios por lo que es necesario optimizar los procesos con una baja inversión en los proyectos de mejora, pero que tengan un alto impacto en los procesos productivos.

El análisis de los procesos por medio del mapeo de la cadena de valor es una fotografía de todo el proceso con tiempos, inventarios, procesos y servirá para detectar oportunidades de mejora a lo largo de los procesos productivos, planificación, coordinación, etc. Brinda la oportunidad de almacenar información detallada de los procesos, esta información servirá para la toma de decisiones para los proyectos de mejora con herramientas *Lean Manufacturing*, se podrá utilizar también en el futuro por los encargados de los departamentos para la identificación de oportunidades de mejoras futuras.

Al identificar oportunidades de mejoras, se puede seleccionar las herramientas necesarias de *Lean Manufacturing* para reducir o eliminar si es posible los desperdicios en los procesos de esterilización de medios y en proceso productivos de los invernaderos.

Las mudas o desperdicios se refieren a inventarios, transportes, esperas, sobre producción, defectos, movimientos y el intelecto humano con el que se cuenta en la planta.

En todo proceso productivo existen oportunidades de mejora con poca inversión y un alto impacto económico, por las limitaciones existentes se enfocará en los proyectos que permitan hacer eficientes los procesos y que se verifique un ahorro económico al ser implementados.

Debido a que en los últimos años se han elevado los precios en el mercado en materia prima, insumos, mano de obra, esto incrementa el costo de producción de los esquejes, a pesar de estos incrementos los consumidores no están dispuestos a pagar más por los esquejes, debido a eso es necesario reducir costos en operación para mantener los precios de venta, y que la producción de esquejes continúe siendo rentable.

Es necesario que se implemente las herramientas de *Lean Manufacturing* ya que se cuenta con pocos recursos económicos para mejorar y se necesita de mejoras de bajo presupuesto y alto impacto.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para la producción de esquejes (ramas o vástagos) bajo invernaderos, se cuenta con una fuerza laboral mayor a 700 personas en temporada alta que dura alrededor de 6 meses en el año, la planta que se produce requiere de un cuidado intensivo ya que es susceptible a plagas y enfermedades, se requiere de un control estricto en la temperatura, aplicaciones de pesticidas, hormonas, foliares, lo cual incurre en costos elevados para su producción y control.

En los últimos años se ha visto afectado en cuanto al aumento de precios de la materia prima e insumos, además por el aumento en el petróleo, el cual afectó el precio en el transporte para la entrega del producto terminado de exportación, se han incrementado los costos de transporte aéreo (todas las entregas de exportación se realizan por transporte aéreo), todos estos costos elevan el costo en las operaciones que se realizan para la producción de esquejes.

Debido a lo anteriormente expuesto, por decreto de las leyes laborales en los últimos años se ha incrementado el salario mínimo, esto eleva el costo de la mano de obra, un incremento en el salario mínimo, afecta al costo de operación debido a que se cuenta con una fuerza laboral mayor a 700 personas.

A pesar de todos estos incrementos el precio de venta que se maneja de esqueje se mantiene, porque el consumidor final no está dispuesto a pagar más por el producto, ya que no es un producto de primera necesidad, debido a la recesión económica muchas empresas agroindustriales han cerrado operaciones por no lograr reducir los costos de operación.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario que el proceso de la operación sea óptimo, para mantener la rentabilidad de la producción de esquejes. Por esto surge la necesidad de reducir costos a lo largo de la operación.

Para la reducción de costos de operación se realizará un análisis con Value stream mapping a lo largo de todos los procesos, para luego implementar mejoras con las herramientas que se consideren necesarias de *Lean Manufacturing*, uno de sus objetivos principales es el de eliminar o disminuir las 7 mudas (desperdicios), con estas herramientas de *Lean Manufacturing* se espera la reducción de costos en la operación y que la producción de esquejes continúe siendo rentable sin afectar tanto al precio de venta para que se mantengan las ventas o se incrementen.

Por medio de las herramientas valiosas de *Lean Manufacturing* se espera averiguar lo siguiente:

¿Qué mejoras se pueden obtener en los procesos de esterilizado y empaque de esquejes?

¿Cuánto se disminuye en el tiempo de empaque, en inventario de producto terminado en el área de esterilizado?

¿Cuánto tiempo se disminuye en cada uno de los procesos, desde la solicitud del pedido hasta la entrega del producto esterilizado?

¿Qué herramientas de *Lean Manufacturing* se utilizarán para obtener las mejoras?

¿En qué porcentaje disminuyen los desperdicios de sobre proceso, movimiento, sobreproducción, tiempos de espera, defectos, que afectan a proceso de esterilizado y empaque?

7. MARCO TEÓRICO

7.1. *Lean Manufacturing*

El término Lean fue acuñado por un grupo de estudio del Massachusetts Institute of Technology para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz. El grupo destacó las ventajas de manufactura del mejor fabricante en su clase (la empresa automotriz japonesa Toyota), y denominó como *Lean Manufacturing* al grupo de métodos que había utilizado desde la década de los años sesenta y que posteriormente se afinó en la década de los setenta, con la participación de Taiichi Onho y Shigeo Shingo, con objeto de minimizar el uso de recursos a través de la empresa para lograr la satisfacción del cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos. El estudio demuestra que la Manufactura Delgada (*Lean*) usa menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto. (Reyes Aguilar/2002).

Es un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota partir del decenio de 1950 que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño, donde se destacan autores como Sigeo Shingo y Edward Hay. Las técnicas de *Lean Manufacturing* se están utilizando en la optimización de las operaciones de forma que se puedan obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención servicio al cliente, mejor calidad, costos más bajos, eliminación de cualquier actividad que no agregue valor al producto, servicio o proceso, eliminación de

cualquier tipo de desperdicio (sobreproducción, retrasos, transporte, el proceso, inventarios, movimientos y calidad), mayor eficiencia del equipo, entre otros. El *Lean Manufacturing* se apoya en una serie de herramientas como son: los sistemas kanban, el mantenimiento productivo total, los sistemas Kaizen, las 5's, Seis Sigma, Poka Yoke, Jidokas, entre otros. (Grupo Kaizen, 2011).

Entre los métodos para la Manufactura Delgada (*Lean*) por ser implantados a través de equipos de trabajo coordinados por un facilitador se tienen: el de análisis del valor agregado; el de las 5S's; el de Kaizen ; el de cambios rápidos (SMED); el de mantenimiento productivo total (TPM); el enfoque de calidad total; el de control de calidad cero; el de celdas de manufactura; el de Kanban; los de Lean aplicados a proveedores y transportes. En forma adicional los indicadores tradicionales en las empresas se complementan con indicadores de tiempo y de desempeño tipo *Lean*.

Figura 3. **Modelo de *Lean Manufacturing***



Fuente: <http://www.leanauren.com>, Consulta: 15 de enero de 2012

7.2. Value Stream Mapping (VSM)

El mapeo de flujo de valor es una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios, permitiendo detectar fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos los usuarios del mismo y comunica ideas de mejora enfocando al uso de un plan priorizando los esfuerzos de mejoramiento. Un flujo de valor muestra la secuencia y el movimiento de lo que el cliente valora. Incluye los materiales, información y procesos que contribuyen a obtener lo que al cliente le interesa y compra. Es la técnica de dibujar un mapa o diagrama de flujo, mostrando como los materiales e información fluyen puerta a puerta, desde el proveedor hasta el cliente y busca reducir y eliminar desperdicios, pudiendo ser útil para la planeación estratégica y la gestión del cambio. (Cabrera Calva/sf).

Para el cliente las actividades que agregan valor al producto son aquellas por las que está dispuesto a pagar; se identifican porque generalmente son las operaciones que lo transforman en su forma física o integran el servicio, por ejemplo, las operaciones necesarias para modificar materias primas y materiales en un juguete. Como ejemplo de actividades que no agregan valor se tiene el reproceso al producto, los tiempos de espera y las inspecciones, la actividad de repartir documentos y coleccionar firmas que puede tomar varias horas o días, los almacenamientos, los transportes, las demoras, etcétera. En este método, para identificar las actividades que agregan valor, el equipo hace un listado muy detallado de todas las actividades para cada proceso de manufactura o administrativo y desarrolla un diagrama de flujo de valor, indicando duración de las actividades y distancias recorridas, donde se identifican las actividades que agregan valor y las que no agregan valor, después de un análisis los equipos proponen e implantan soluciones.

Un ejemplo sencillo de diagrama de flujo de valor puede ser el proceso de visita al médico, donde la larga espera, la entrevista con la enfermera, el pago de la consulta y los tiempos de caminar son actividades que no agregan valor, la única actividad que agrega valor al cliente es la consulta del médico, que es por lo que paga un paciente. La manufactura esbelta se enfoca en la eliminación o la disminución de desperdicios, los cuales se enumeran a continuación.

- Sobreproducción
- El Esperar
- Transporte
- Proceso Inadecuado
- Inventarios Innecesario
- Defectos
- Movimiento

Sin embargo, el mayor de los desperdicios que puede existir y no se enumeró es: el desperdicio del talento, la capacidad y productividad humana, ya que el recurso más valioso que puede tener cualquier empresa es el equipo humano que logre integrar. Debiéndose evitar la subutilización de la creatividad, y promover la innovación y el mejoramiento continuo. En especial el talento humano innato con que cuenta desde el obrero hasta el director general, basado en 80 % del talento desarrollado a base de transpiración y de 20 % de inspiración, pudiendo seguir numerosos caminos para eliminar los desperdicios. (Cabrera Calva/sf).

7.3. Las 7 mudas o desperdicios

Este desperdicio es el producto de un exceso de producción, resultado, entre otros factores de errores en las previsiones de ventas, producción al máximo para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor costo total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción.

Cualquiera que sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el costo total para la empresa es superior a los costos que en principio logran reducirse en el sector de operaciones. En primer lugar se tienen los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además deben tenerse en cuenta los costos financieros debido al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.

Esta tiene muchos motivos, y en ella se computan tanto los inventarios de insumos, repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar *stock* ante posibles aumentos de precios son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio.

En el caso de productos en proceso se forma stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción

deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos, y paso de moda o temporada.

En cada una de las plantas de producción esta muda se deriva de la necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de costos de mala calidad se denomina costos por fallas internas y externas.

En este caso generalmente se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios, constituyendo el sexto tipo de despilfarros. Así por ejemplo, situar los departamentos que prestan asistencia al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado aumenta los movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía. En las empresas de categoría mundial el personal de primera línea no ha de ir a buscar ayuda, sino que la reclama para que esta vaya a ellos.

Desperdicios generados por fallas en materia de *layout*, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también los errores en materia de diseño de productos y servicios.

Motivado fundamentalmente por: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a sobreutilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos. (Rother y Shook/sf).

Figura 4. **Identificación de los 7 mudas**



Fuente: Cabrera Calva, Sf, Kamban, p. 2.

7.4. **Método de la 5S**

Este método se refiere a mantener un orden y limpieza permanente en la planta de manufactura y oficinas para reducir desperdicios en espacios y tiempos de búsqueda. Algunas veces una máquina que no se utiliza ocupa mucho espacio en la planta y puede provocar accidentes, o se da el caso de que no encuentran simples tornillos por no haber orden. Para esto se usa el Método de las 5S', denominado así por considerar cinco aspectos cuyo significado en japonés inicia con una S, como sigue: *Seiri* - organización; *Seiton* - orden; *Seiso* - limpieza; *Seiketsu* - estandarización; *Shitsuke* - disciplina La metodología de las 5S' inicia con la organización, es decir, retirar todo lo que no se utiliza en las áreas de trabajo, identificando con una tarjeta roja lo que está

dudoso y colocándolo en un área específica para revisión posterior; el orden implica tener un lugar bien identificado para cada cosa, para lo cual pueden usarse siluetas, cuadros, colores, etiquetas, etc.

La limpieza significa mantener pulcras las áreas de trabajo, por lo que se deben proporcionar los accesorios adecuados para ello.

La estandarización implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza, mientras que la disciplina se refiere a crear su hábito, más que por procedimiento por costumbre.

Las 5'S, *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* y *Shitsuke*, conceptos de origen japonés que hacen parte integral de los procesos de mejoramiento continuo. El concepto de las 5'S no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa, pero desafortunadamente sí lo es. El movimiento de las 5'S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de W.E. Deming hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o Gemba Kaizen. Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor calidad de vida al área seleccionada en el lugar de trabajo.

Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestras vidas cotidianas y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta.

Seiri: clasificar, organizar, arreglar apropiadamente

Seiton: orden

Seiso: limpieza

Seiketsu: limpieza estandarizada

Shitsuke: disciplina

La poca aplicación de estos conceptos, principalmente en empresas manufactureras y de producción en general, en las que pocas veces (más bien nunca) se recibe al cliente final en sus instalaciones, es generalizada, lo cual no deja de ser preocupante, no solo en términos del desempeño empresarial sino humanos, ya que resulta degradante, para cualquier trabajador, desempeñar su labor bajo condiciones insanas. Este hecho hace pensar que bajo estos entornos será difícil alcanzar niveles de productividad y eficiencia elevados, lo que pone de presente la necesidad de aplicar consistentemente las 5'S en nuestra rutina diaria, ya sea como trabajadores o como estudiantes, siempre será mejor desarrollar las actividades en un ambiente seguro y motivante.

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo. (EUSKALIT, 1998) *Seiri* o clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Dentro de esta organización se deben cambiar los cuartos de San Alejo por archivos o bodegas que solo almacenen elementos de manera clasificada y se deben eliminar las obsolescencias. No hay que pensar en que este o aquel elemento podría ser útil en otro trabajo o si se presenta una situación muy especial, los expertos recomiendan que ante estas dudas haya que desechar dichos elementos.

Seiton u orden significa más que apariencia. El orden empresarial dentro del concepto de las 5'S se podría definir como: la organización de los elementos necesarios de modo que resulten de fácil uso y acceso, los cuales deberán estar, cada uno, etiquetados para que se encuentren, retiren y devuelvan a su posición, fácilmente por los empleados. El orden se aplica posterior a la clasificación y organización, si se clasifica y no se ordena difícilmente se verán resultados. Se deben usar reglas sencillas como: lo que más se usa debe estar más cerca, lo más pesado abajo lo liviano arriba, etc.

Seiso o limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo. Sólo a través de la limpieza se pueden identificar algunas fallas, por ejemplo, si todo está limpio y sin olores extraños es más probable que se detecte tempranamente un principio de incendio por el olor a humo o un malfuncionamiento de un equipo por una fuga de fluidos, etc. Asimismo, la demarcación de áreas, de peligro, de evacuación y de acceso genera mayor seguridad y sensación de seguridad entre los empleados.

El *Seiketsu* o limpieza estandarizada pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras tres S, el *seiketsu* solo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería

permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

Shitsuke o disciplina significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados, se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. El *shitsuke* es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. *Shitsuke* implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por la demás y mejor calidad de vida laboral. Un área de trabajo desorganizada y sucia genera pérdidas de eficiencia y disminuye la motivación.

7.5. Método Kaizen

Este método se utiliza para hallar una solución rápida a problemas que se presentan en las plantas de manufactura a través de un equipo de acción rápida, el término *Blitz* se refiere a un ataque rápido de problemas, normalmente se trata de problemas sencillos de solucionar, pero que afectan de manera importante a la producción, como primer paso se integran equipos de acción rápida denominados *Kaizen Blitz* incluyendo a trabajadores, supervisor, mecánicos, inspector, etc. El objetivo es aprovechar la larga experiencia de los operadores para que identifiquen el problema y sus causas, aporten ideas y sugerencias y participen en la implantación de las soluciones. El ciclo de mejora *Kaizen* se forma de cuatro pasos: persuadir al personal a participar; motivarlos a hacer propuestas y generar ideas; revisión, evaluación y guía; reconocimiento y recomendaciones. La solución de problemas con equipos *Kaizen Blitz* debe tomar entre uno y cinco días como máximo, reconociendo al equipo de manera adecuada al final de cada solución implantada.

Para problemas crónicos que llevan un largo periodo presentándose, es mejor que sean abordados por la modalidad de equipos de trabajo permanentes denominados Círculos de Control de Calidad que pueden tardar entre tres meses y un año para la solución de problemas, donde la urgencia de solución no es importante, más bien el objetivo es la mejora continua.

7.6. Kanban

El término japonés Kanban significa 'Tarjeta de señal', permite implantar una forma de administración visual a través de señales diversas tales como cuadros, tarjetas, luces de colores, contenedores de colores, líneas de nivel en paredes, etc., fácilmente observables por los operadores y movedores de materiales en la planta, que al mismo tiempo les indican las acciones por tomar sin consultar a su supervisor, con objeto de eliminar las transacciones, el papeleo y reducir los inventarios en proceso (Work In Process o WIP)

El Kanban proporciona una señal como información para producir y recoger, transportar productos; evita producir en exceso sólo por ocupar los equipos; sirve como orden de trabajo para los operadores; evita que se avancen productos defectuosos al siguiente nivel de ensamble; revela la existencia de problemas y sirve como control de los Inventarios. Se utilizan localidades o cuadros Kanban entre operaciones de las celdas de manufactura o entre celdas de manufactura o procesos, para regular la diferencia en velocidad de producción entre ellos y de esta forma tener un flujo de producción constante. El proceso se inicia con el pedido del cliente, con el cual se preparan los herramientas y materiales, generando una tarjeta Kanban al almacén de producto terminado, quién si no tiene producto, genera a su vez otra tarjeta Kanban al operador de la última operación, para indicarle que tiene autorización para producir la cantidad indicada y no más. Si el último operador requiere

materiales de procesos anteriores, puede utilizar otra tarjeta Kanban de movimiento de materiales para jalarlos, dejando la tarjeta Kanban de producción al proceso anterior, y así sucesivamente hasta los proveedores, quienes sólo surten materiales si cuentan con una tarjeta Kanban.

Kanban es una herramienta regida por reglas, que sirve para organizar el flujo de la producción tomando como base el funcionamiento de un supermercado o proceso de jalar lo requerido, empleando etiquetas de señalización visual de instrucciones que sirven como ordenes de trabajo para:

- La producción, indicando como mínimo que se tiene que producir y en qué cantidad, así como indicaciones de paro e incorporación de cambios a la producción permitiendo una acción inmediata en su programación;
- El transporte, que movilizar, como hacerlo y mediante qué medios.

Es una programación expedita de la demanda del cliente basada en el consumo actual que reemplazará exclusivamente lo consumido, produciéndose solo lo indicado en las tarjetas de instrucción en lugar de usar pronósticos. Es un sistema de control de producción sin papeles, donde la autorización para jalar o producir viene del proceso posterior y no de pronósticos o suposiciones. Es una parte fundamental de la manufactura esbelta desarrollada por Toyota, que se centra en controlar el trabajo en progreso del proceso. Comunica en forma visual que producir; buscando hacer una operación de lotes pequeños lo más fluido posible para lograr un proceso lo más continuo que sea factible, garantizando la continuidad del consumo. El objetivo buscado es minimizar el trabajo en progreso y consecuentemente minimizar los inventarios, en base a suministros continuos para que se tenga la cantidad que se necesite, donde se requiera cuando se necesite. (Cabrera Calva, sf).

Una tarjeta Kanban es una autorización para producir y/o mover existencias. El sistema de tarjetas Kanban es un método que controla las existencias y pone al descubierto problemas y oportunidades de cambio. Las tarjetas pueden ser remplazadas con un sistema electrónico. La analogía típica es la del barco navegando en un río, en la cual el nivel del río representa las existencias en el inventario, que al ser muy elevadas ocasiona que se oculten todos los desperdicios y despilfarros; pero también ocasiona problemas de flujo de efectivo, problemas de pérdida de oportunidades en otras inversiones más rentables.

Cuando la empresa intenta bajar el nivel de inventario (nivel del agua), aparecen los problemas (rocas). Altos niveles de inventario compensan durante tiempo indefinido (hasta que los accionistas se percatan de la improductividad) las deficiencias, desperdicios y despilfarros. Si algo no se conoce por estar oculto, no se puede medir su gravedad y por lo mismo no se busca corregir. (Cabrera Calva, sf).

La suma de todos los Kanban de una empresa representa el nivel actual de existencias y por lo tanto se puede decir que al reducirlos se logran mejoras en la operación global de la empresa. El sistema Kanban cumple con dos funciones principales:

- El control de la producción (integración de los procesos y el desarrollo del Justo a Tiempo JIT).
- La mejora de los procesos (eliminación de desperdicios/despilfarros, Organización del área de trabajo, Mantenimiento Preventivo y Productivo MTP, etc.)

El uso del sistema Kanban devela de inmediato la improductividad y problemas ocultos obligando a corregir el problema de raíz (Ishikagua, 5W-1H), realizando un análisis creativo y productivo que conduzca a propuestas de solución de los problemas y de implementación de la mejora continua.

7.7. El análisis de Pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan en una planta de producción o en diferentes aplicaciones.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran, en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza.

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20 % de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

Se recomienda el uso del diagrama de Pareto

- Para identificar oportunidades para mejorar.
- Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad.

- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- Para analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Para evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso comparando sucesivos diagramas.
- Obtenidos en momentos diferentes, (antes y después).
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.
- Cuando el rango de cada categoría es importante.
- Para comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores.

Los propósitos generales del diagrama de Pareto

- Analizar las causas
- Estudiar los resultados
- Planear una mejora continua

La gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales, a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

8. METODOLOGÍA

Para la implementación de herramientas *Lean* en la planta agroindustrial, es necesario comprender el proceso en su totalidad, en la metodología *Lean Manufacturing* se inicia comprendiendo el proceso, para entender qué proceso se puede mejorar, se utiliza el mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping) del proceso seleccionado para su análisis.

Mapeo de la cadena de valor es una técnica magra utilizado para analizar el flujo de materiales e información actualmente requeridas para llevar un producto o servicio a un consumidor. En Toyota, donde se originó la técnica, se conoce como material, información y mapeo de flujo.

Para llevar a cabo una VSM es necesario comprender todas las etapas de cada proceso, separar los procesos entre las acciones que agregan valor y sin ellas. Aparte de distinguir los diferentes procesos, se tiene que identificar y conocer los diferentes flujos en cada proceso, en otras palabras, todos los flujos de material e información en las diferentes etapas de los procesos.

Para crear un nuevo VSM es necesario entender, en primer lugar, el VSM actual, todos estos análisis permiten obtener información sobre el flujo de proceso, el flujo de material y flujo de información.

Los objetivos de crear un VSM actual son:

- Crear una fuente única de información

- Visualizar los tres flujos en cada etapa (proceso, material e información). Identificar fácilmente los desperdicios en cada proceso.
- Analizar la situación actual, para hacer un listado de actividades para mejorar con prioridades.
- Definir cómo empezar y la línea a seguir

Además, es importante tener en cuenta que este documento tiene que estar en constante cambio, cambiara durante el proceso de mejora, si es necesario cambiaran los objetivos de las mejoras.

Para tener un impacto elevado a bajo costo en la planta, se debe hacer un VSM actual, y luego hacer un VSM futuro, hay seis puntos importantes que se deben de tomar en cuenta para tener éxito en el análisis:

- Selección de un proceso específico de la familia
- Entender lo que el cliente quiere
- Llevar a cabo el proceso de flujo
- Llevar a cabo el flujo de materiales
- Llevar a cabo el flujo de información
- Calcular el ciclo de trabajo (plazo de entrega)

Todos estos puntos son necesarios para llegar a una conclusión asertiva para tener un VSM futuro esbelto.

En la planta agroindustrial por medio de visitas y análisis en las estaciones de trabajo bajo invernaderos y áreas de esterilizado, siguiendo los 6 punto que mencionaron anteriormente se puede iniciar con el VSM actual. Aquí se muestran los puntos diferentes y cómo como se ha hecho.

Todo este proceso se ha hecho para ser capaz de mejorar la situación actual en la planta agroindustrial con producción bajo invernaderos.

Para hacer todo este estudio fue necesario recopilar los datos por medio de visitas en el área de trabajo analizado.

Figura 5. **Medio esterilizado para la producción de las plantas**



Fuente: Invernadero de ECKE GERANIUMS.

8.1. Etapa de identificar la familia del producto

En la actualidad se producen más de 300 variedades de esquejes de plantas ornamentales las cuales se dividen en dos grandes grupos y departamentos.

- Flores de primavera
- Pascuas

Los esquejes que agregan valor a la producción son los de pascua, pues son los que más se venden y son menos susceptibles a las plagas, los procesos que se realizan en el área de pascuas son similares en todas sus variedades, mientras que en el área de flore de primavera los procesos son muy distintos para cada variedad, por lo que se concentraran los esfuerzos en el are de pascuas ya que al mejorar cualquier proceso se multiplica pro todos los trabajos que se realizan en los invernaderos de pascuas.

Todas las plantas del área de flores de primavera utilizan un medio esterilizado para su siembra, la cual es esterilizada a 90 °C por un lapso de tiempo por lo que se selecciono esa área como familia ya que es un proceso de producción en línea.

Figura 6. **Área de esterilizado de medios de cultivo**



Fuente: planta ECKE GERANIUMS.

8.2. Entender lo que el cliente quiere

En esta etapa los clientes en este caso son los agrónomos, ya que ellos demandan al Departamento de Producción la cantidad de personas que necesitan y lo que necesitan en cada planta, del lado del esterilizado de medios también es el ingeniero agrónomo el que solicita la relación en la granulometría de lo que desea que lleve el medio, por lo que se identificarán los requerimientos de los clientes en cada área para luego determinar qué es lo que agrega valor al proceso. Se establecerán los estándares de lo que solicita el cliente (ingeniero agrónomo) cuando se reúnen semanalmente cada uno de los departamentos para la planificación de las actividades.

Luego de entender los requisitos del cliente, se ingresa en el diagrama en cada etapa, se agregan en números los requisitos del cliente por día, mes, año.

8.2.1. Llevar a cabo el flujo del proceso

Se analizará el flujo del proceso de quien lo demanda, a quien se lo solicita, quien planifica el trabajo, quien lo realiza, se identificará de principio a fin todo el proceso para entender toda la cadena de valor específicamente el flujo del proceso hasta ser un producto terminado.

8.2.2. Llevar a cabo el flujo de materiales

En esta etapa se cuantificará que materiales necesita cada etapa, cuanto máximo debe de almacenar de ser necesario, la manera en que se envía los materiales al siguiente proceso.

8.2.3. Llevar a cabo el flujo de información

Quien lo solicita, cuando lo necesita, cuanto necesita y toda la información necesaria para la optima producción del mismo o entrega del trabajo que necesita el agrónomo en el invernadero.

8.2.4. Cálculo del ciclo de trabajo (plazo de entrega)

Para que se pueda llegar a datos óptimos en el VSM actual es necesario que los datos anteriores que se analizaron en cada uno de los flujos del procesos sean obtenido por medio de varias visitas a la planta con el personal que trabaja en cada estación de trabajo, sacando los datos de flujo, material, información, para luego cronometrar el ciclo de trabajo del proceso que se analizará en este caso de la predicción de esquejes de pascuas y de medio esterilizado para el área de flores de primavera. A continuación se describirán los pasos necesarios para hacer el VSM actual para luego calcular los ciclos de trabajo.

- A. Dibujar los iconos del cliente, proveedor y control de producción.
- B. Ingresar los requisitos del cliente por mes y por día.
- C. Calcular la producción diaria y los requisitos de contenedores
- D. Dibujar el icono que sale de embarque al cliente y el camión con la frecuencia de entrega.
- E. Dibujar el icono que entra a recibo, el camión y la frecuencia de entrega, quien va recibirlo, el camión y la frecuencia de entrega.
- F. Agregar las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.
- G. Agregar las cajas de datos abajo de cada proceso y la línea de tiempo debajo de las cajas.
- H. Agregar las flechas de comunicación y anotar los métodos y frecuencias.

- I. Obtener los datos de los procesos y agregarlos a las cajas de datos.
Obtenerlos directamente cronometrándolos.

8.3. Análisis de VSM del estado actual

Luego de obtener todos los datos promedio del diagrama del VSM actual, se analizará cada uno de los puntos de flujo, material, información, para luego proponer las mejoras por medio de herramientas lean, se tendrá el enfoque de identificar para luego disminuir o eliminar las mudas (desperdicios) en los procesos, para lograr esta eliminación o disminución es necesario la implementación de herramientas lean como son:

- Las 5's en las fincas de Ecke Geraniums
- Kamban en área de esterilizado
- Control visual en empaque y área de esterilizado
- 7 mudas en empaque y esterilizado
- Pokayoke
- Estanterías dinámicas

8.4. VSM del estado futuro

Se planteará a gerencia el estado futuro de los procesos analizados con oportunidades de mejora con el fin primordial de la eliminación o disminución de desperdicios a lo largo de la cadena de valor.

9. ÍNDICE PROPUESTO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTE

OBJETIVOS / JUSTIFICACIÓN

ALCANCE

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES

- 1.1. Antecedentes históricos de ECKE RANCH
- 1.2. Diversificación de productos
- 1.3. Proceso de producción
 - 1.3.1. Plano de planta de producción
 - 1.3.2. Proceso de empaque
- 1.4. Organización de la empresa
 - 1.4.1. Organigrama de la empresa
 - 1.4.1.1. Gerencia General
 - 1.4.1.2. Gerencia de Negocios
 - 1.4.1.3. Organigrama del área de Proyectos
 - 1.4.1.4. Organigrama de área de Comercialización
 - 1.4.1.5. Organigrama área de Compras
 - 1.4.2. Organigrama del Departamento de Producción
- 1.5. Localización industrial
 - 1.5.1. Ubicación
- 1.6. Recursos humanos

- 1.6.1. Aspectos administrativos
- 1.7. Jornadas de trabajo

- 2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA
 - 2.1. Misión de la empresa
 - 2.2. Visión de la empresa
 - 2.3. Tratamiento de aguas
 - 2.3.1. Proceso de tratamiento de aguas
 - 2.4. Tratamiento de plantas en invernaderos
 - 2.4.1. Logística en la cadena de suministros

- 3. DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS *LEAN MANUFACTURING*
 - 3.1. Cronograma de actividades
 - 3.2. Herramientas a utilizar *Lean Manufacturing*
 - 3.2.1. Operarios de invernaderos
 - 3.2.2. Microsoft Excel
 - 3.2.3. Microsoft Visio
 - 3.3. Plan de trabajo
 - 3.3.1. Métodos de recolección de información
 - 3.3.2. Tabulación de datos
 - 3.3.3. Población y muestra
 - 3.3.4. Técnicas de análisis
 - 3.3.4.1. El análisis de Pareto
 - 3.3.4.2. Se recomienda el uso del diagrama de Pareto
 - 3.3.4.3. Los propósitos generales del diagrama de Pareto
 - 3.3.5. El análisis de las 7 mudas o desperdicios

- 3.3.6. El sistema Pokayoke
- 3.4. Aplicación de análisis para localizar oportunidades de mejora
 - 3.4.1. Aplicación de Pareto
- 3.5. Análisis de tareas de la mano de obra para su optimización
- 3.6. Presentación de resultados

- 4. SEGUIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN
 - 4.1. Estudio y localización de lugares en la planta donde se aplicará el Value Stream Mapping
 - 4.2. Cálculo de pérdidas por 7 mudas
 - 4.3. Soluciones para el mejoramiento en las estructuras de la invernaderos
 - 4.3.1. Diagramas de lugares donde ocurren las pérdidas
 - 4.3.2. Lugares donde ocurren las pérdidas de materia prima
 - 4.4. Diagramas con implementación de las mejoras
 - 4.5. Diagramas con implementación de las mejoras en materia prima
 - 4.6. Cálculo de ahorro por la implementación

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

10. BIBLIOGRAFÍA

1. B. L. George. (2002) Lean Six Sigma: Combining six sigma quality with lean speed. USA. Mc. Graw Hill.
2. Cabrera Calva R. (2005). Value Stream Mapping, Analisis de la cadena de valor, Barcelona España.
3. Ellman A. (2004). LEAN SIX SIGMA EN DOS PALABRAS. Recuperado de <http://www.emprendedoresnews.com/tips/lean-six-sigma-en-dos-palabras.html>.
4. Hines y Rich. (1997). Siete Herramientas del valor del sistema. International Journal of operations & Production Management, Vol 17. No.1
5. Kaizen – Deteccion. (2007). prevención y eliminación de desperdicios: una estrategia para la reducción de costos. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/kaidelelco.htm>.
6. Navarrete A. (2004). Modelo de Aplicación de Herramientas de Manufactura Esbelta desde el Desarrollo y Mejoramiento de la Calidad en el Sistema de Producción de Americana de Colchones. Medellín, Pontificia Universidad Javeriana.
7. Reyes Aguilar P., (2002), Manufactura (lean) , y seis sigma en empresas mexicanas, Contaduría y Administración No. 205.

8. Rajadell Carreras y Sánchez García, (2010), LEAN MANUFACTURING, la evidencia de una necesidad, editorial Díaz de santos.

9. Villon Ramirez, Zully Annabell, (2010), Uso de la metodología *lean Six Sigma* para el mejoramiento de la compilación de carpetas de especificaciones técnicas de la elaboración de tuberías en una industria dedicada a la elaboración de productos metalmecánicos. Ciudad de Guayaquil, Ecuador.