

UNIVERSIDAD APEC



ESCUELA DE GRADUADOS

MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

ESPECIALIDAD EN GESTIÓN EMPRESARIAL

TÍTULO:

**SISTEMA DE LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE VENTANAS SALOMONICAS EN LA EMPRESA ABC**

POSTULANTE:

Edward Antonio Martínez German

20102267

TUTORA:

Sención Zorob

DISTRITO NACIONAL.

Agosto 2011

SISTEMA DE LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE VENTANAS SALOMONICAS EN LA
EMPRESA ABC

RESUMEN

En el presente anteproyecto de monografía se demuestran los beneficios de la adopción del Sistema de Lean Manufacturing en la línea de producción de ventanas salomónicas. Se aplicará un conjunto de herramientas que ayudará a visualizar los problemas de la cadena logística del proceso de una empresa determinada dedicada a la venta de ventanas salomónicas, y el proceso genérico de ensamblaje de las mismas desde la perspectiva de todas las actividades micro que realiza el ensamblador. Se busca realizar un contraste entre la manera tradicional de trabajo aplicada en los procesos de ensamble de las empresas y lo que serían si se lo hiciese bajo los preceptos del Sistema de Lean Manufacturing.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

El sistema de lean manufacturing en la producción de ventanas

salomónicas.....	3
1.1 El sistema de lean manufacturing en la línea de producción.....	3
1. 2 Situación actual del proceso de producción de ventanas salomónicas en la empresa ABC.....	5
1.2.1 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de ventanas salomónicas.....	6
1.2.2 Distribución de la línea de producción, Lay out, de la empresa ABCD.....	7

CAPITULO II

El sistema de lean manufacturing para mejorar la eficiencia y efectividad de la línea de producción.....

línea de producción.....	12
2.1 Descripción de las herramientas del sistema del lean manufacturing.....	12
2.2 Eficiencia del ciclo del proceso (process cycle efficiency).....	18
2.3 Propuesta para mejorar el proceso de producción basado en el sistema de lean manufacturing.....	19
2.3.1 Propuesta De Aplicación De 5´S.....	19
2.4. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (pce) actual.....	29

CAPITULO III

Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (pce) con las propuestas planteadas.....33

3.1 Distribución de planta, nuevo Lay out propuesto del área de fabricación de ventanas salomónicas.....38

CONCLUSIONES.....39

RECOMENDACIONES.....40

BIBLIOGRAFÍA.....41

ANEXOS.-

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado fuerzas para elaborar este arduo proyecto de monografía y por darme los talentos que me permitieron desarrollar esta la misma.

A mis familiares por el apoyo recibido de cada uno de ellos en los momentos en que más los necesitaba, a mi madre Reina Isabel German, mi papa Gunter Just, a mis 2 Hermana Nelly y Yajaira, de manera especial a la Dra. María Ventura Rodríguez Céspedes, a mi otra madre María Martínez Acosta y mis demás Hermanos, Chino, Ángel, Loly, Sarah, Ricky, Marisol E Ivonne.

A mi otra familia, la familia Bouret Amparo, Ángel Manuel Bouret, Dra. Antonia Amparo Torres, Paula María Bouret Amparo, Delta Bouret, Anyela Bouret Amparo.

También agradezco a varios amigos, compañeros de estudio y a todas esas personas que de manera directa e indirecta han colaborado para la elaboración de esta monografía.

DEDICATORIA

Dedico esta monografía de manera especial a ese Dios que hace que todas las cosas sean posibles en la vida, como la principal fuente de inspiración, de amor y de dedicación.

También la dedico a mi madre y padre Gunter e Isabel Just, como ejemplo a seguir de orgullo.

De manera especial a Anyela Bouret y a la Dra. María Ventura Rodríguez Céspedes, que siempre han estado en los momentos difíciles de mi vida y sin nada a cambio.

INTRODUCCIÓN

La implantación del Sistema de Lean Manufacturing en un proceso de la línea producción de ventanas salomónicas, el cual presenta fallas de un nivel bajo en productividad y eficiencia del proceso, debido a una mala distribución de la línea y la falta de sincronización de todas las actividades que forman parte del proceso de producción por tal motivo debe ser mejorado.

Se procederá a demostrar los beneficios que se logran mediante la adopción de las técnicas de sistema del Lean Manufacturing a un sistema productivo de ensamble de ventanas salomónicas. Se aplicará una metodología que ayudará a visualizar los problemas de la cadena logística del proceso de la empresa dedicada a la venta de Ventanas salomónicas, y el proceso genérico de ensamblaje de las ventanas desde la perspectiva de todas las actividades que realiza el operario o ensamblador.

Se realiza un contraste entre la manera tradicional de trabajo aplicada en los procesos de ensamble de las empresas y lo que serían si se lo hiciese bajo los preceptos del sistema de Lean Manufacturing.

En el primer capítulo se presentó algunas herramientas del sistema de lean Manufacturing en la producción de ventanas salomónica que se utilizan para la solución de problemas, situación actual, descripción del proceso de fabricación y el lay out actual de la empresa.

En el capítulo II, se proponen las herramientas del sistema de lean Manufacturing y los pasos a seguir para su implementación, se detalló cada una de estas herramientas: Seiri: Separar, Seiton: Ordenar e Identificar, Seiso: Limpieza, Seiketsu: Estandarizar, Shitsuke: Sistematizar o disciplina, el cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso y todas las actividades que agrega y no agrega valor al producto final.

En el capítulo III se detalla la implementación de las propuestas de mejoras a través de un nuevo Layout del proceso de fabricación de la línea de producción, así como el cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso a través del Sistema de Lean Manufacturing.

CAPITULO I

HERRAMIENTAS DEL SISTEMA DE LEAN MANUFACTURING EN LA PRODUCCION DE VENTANAS SALOMONICAS Y SITUACION ACTUAL EN LA EMPRESA ABC

CAPITULO I.

En este capítulo se analiza el Sistema de Lean Manufacturing y las herramientas que nos permiten implantar mejoras en la línea de producción. Se describe el funcionamiento de cada herramienta en el proceso de producción, y la situación actual de la producción de ventanas salomónicas en la Empresa ABC.

1.1 El Sistema de Lean Manufacturing en la línea de producción.

El Sistema de Lean Manufacturing pretende eliminar los desperdicios en la línea de producción. Los principios clave del Lean Manufacturing:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).

Entre las herramientas del Sistema de Lean Manufacturing, las que más se ajustan a la línea de producción son:

- Las 5'S: permiten lograr en una empresa la calidad total. Se derivan de cinco palabras japonesas que conforman los pasos a desarrollar en la optimización del lugar de trabajo, de manera eficiente y efectiva. SEIRI: Clasificar, SEITEON: Ordenar, SEISO: Limpiar, SEIKETSU: Mantener, SHITSUKE: Disciplinar. ¹
- Mejora continua: reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.

¹ Ángel Hurtado (01-10-2009). Programa de Mejora de la Productividad 5S-Kaizenng, (4-29), Recuperado 23 de Junio del 20011, <http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/ACTI29092009/1-5s-kaizen.pdf>

- Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción
- Layout: Busca organizar la empresa en células de trabajo, considerando muchos casos la línea, como una mejor forma de administrar el flujo de las piezas²
- Flujo Continuo: Movimiento de un material desde un proceso de valor añadido a otro proceso de valor añadido sin tiempo en transporte ni almacenamiento en pulmones. Es una de las herramientas más usadas, no solo dentro de una empresa que implanta Lean Manufacturing, sino en cualquier tipo de empresa que persigue aumentar su productividad, y reducir las pérdidas por material en mal uso.³
- Takt Time (Tiempo Takt): Es el ritmo de la demanda del cliente, el tiempo de producción disponible dividido por la proporción de la demanda del cliente. El tiempo Takt es el corazón de cualquier sistema de "Lean Manufacturing". El Takt Time puede ser definido como el tiempo máximo permitido para hacer un producto en orden a lo que dice la demanda.⁴
- Value Stream Mapping (VSM): Un mapa de cadena de valor que muestra todas las acciones (de valor añadido y sin valor añadido) necesarias en términos de flujo del material físico y flujo de información para entregar un producto al cliente. Es una

² <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=11408> (1 de 1) 23/05/2011 7:03:53 p.m.

³ México, ciudad de México: Lean Enterprise Institute (1997), de <http://www.lean.org.mx/index.php> (1 de 1) 23/05/2011 6:51:18 p.m.

⁴ Jorge Delgado Palomino (23-Nov-2010). Términos, conceptos y generalidades de Lean Manufacturing, (pag. 1-14), Recuperado 23 de Junio del 20011 7:02: 56 p.m. http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbeta/

herramienta estratégica y operativa que permite englobar la situación actual de la empresa y, a la vez, mostrar los puntos clave de mejora con el fin de llegar a un estado futuro ideal de flujo, producción tirada y perfección en las cadenas de valor.

1.2 Situación actual del proceso de producción de ventanas salomónicas en la empresa ABC.

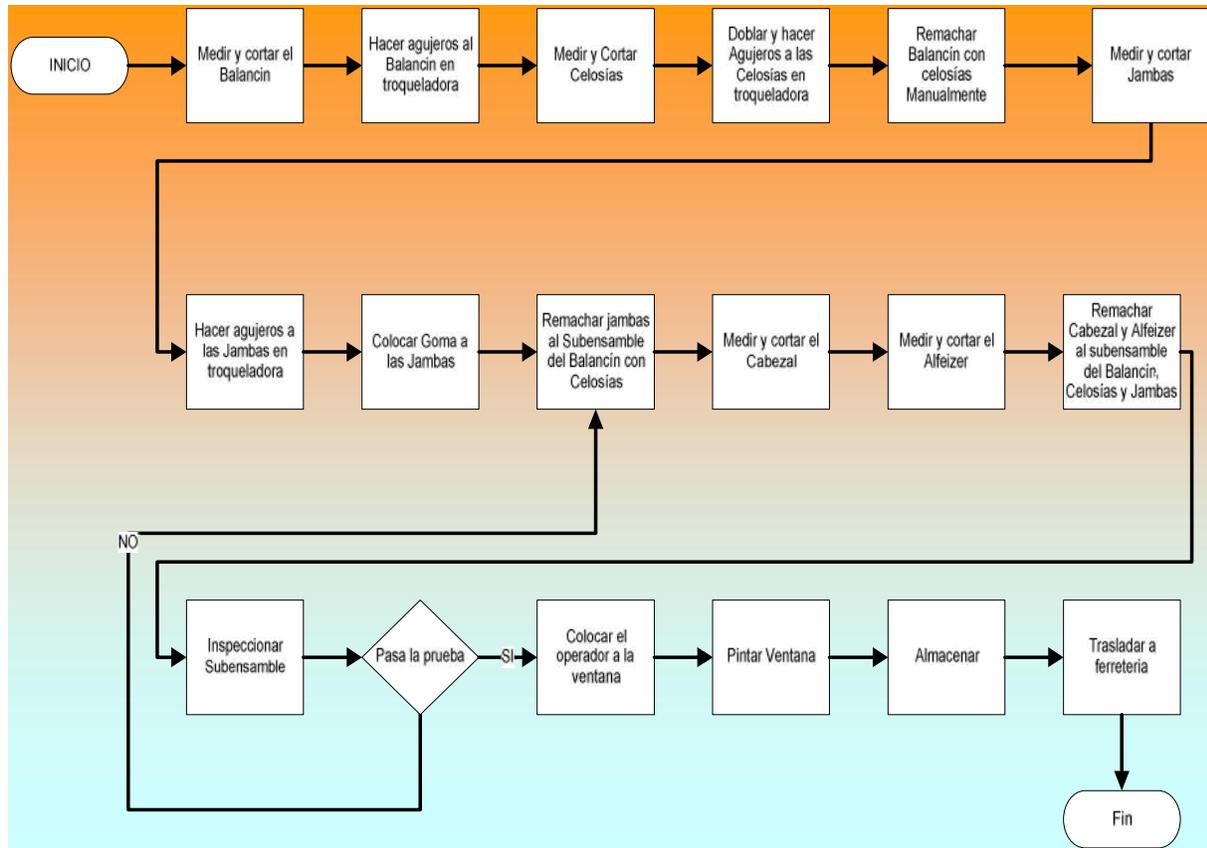
El proceso de producción de ventanas salomónicas en la empresa ABC empieza con la medición y el corte del balancín que viene en barras de aluminio.

El balancín es la barra utilizada para unir las hojas de la ventana (celosías). Cortadas las celosías se procede a hacerle los agujeros en una máquina troqueladora. El siguiente paso es remachar las celosías al balancín, la cantidad de celosías depende del tipo de ventana, si la ventana es doble (AA) lleva veintidós (22) Celosías y si es simple (A) lleva once Celosías (11). Una vez remachado el balancín se procede a medir y cortar las jambas; cada ventana lleva dos o cuatro, depende del tipo de ventana que se esté fabricando. Después de cortadas se llevan a una máquina troqueladora para hacerles los agujeros, de ahí se procede a colocarle la goma a cada jamba, luego se remachan las jambas a las celosías. El siguiente paso es medir y cortar tanto el cabezal como el Alfeirzer. Estas piezas son la parte superior e inferior de la ventana. Estas partes se unen al subensamble con tornillos por medio de un taladro eléctrico. Después se traslada la ventana a un cuarto para ser pintadas, la ventana permanece allí por 45 minutos aproximadamente, luego se procede a montarle el operador, esta es la manivela utilizada para abrir y cerrar la ventana, finalmente el producto terminado es almacenado.

1.2.1. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de ventanas salomónicas.

La figura No.1 describe el proceso de fabricación de las ventanas salomónicas y sus diferentes pasos o actividades a realizar en esta línea de producción.

Figura No. 1 Flujo del proceso de producción de ventanas salomónicas.

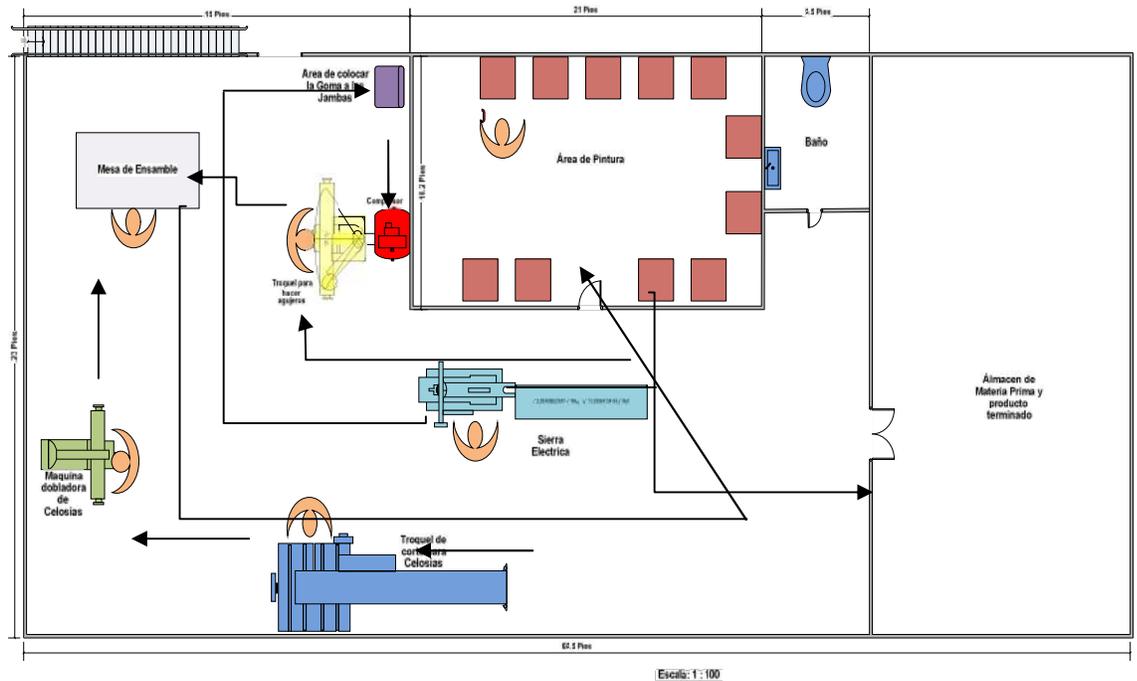


Fuente: Elaborado por el sustentante.

1.2.2 Distribución de la línea de producción, Lay out de la empresa ABC

La figura no. 2 muestra la distribución de la planta en la actualidad, sin la implantación de las herramientas del Sistema de Lean Manufacturing, a través de este lay out, podemos visualizar como se realizan las actividades y a la vez como estas actividades que forman el proceso de producción no están sincronizadas de una manera estándar.

Figura No. 2 Distribución actual de la planta de la Empresa ABC



Fuente: Elaborado por sustentante.

La línea de producción de ventanas salomónicas está configurada en términos de la manufactura tradicional, por esta razón es importante realizar una revisión de los fundamentos teóricos que rigen a cada una de estas herramientas con el fin de apreciar la importancia de cada una y los

beneficios que representa la adopción de estas para los problemas de línea de producción y desperdicios que se generan en la misma.

La exposición de los principios tradicionales de manufactura aún muy generalizados, sobre todo en procesos productivos en nuestras empresas es importante, ya que es en estos términos que se ha diseñado la línea de producción. Por lo tanto se empezará por dar una exposición de los principios tradicionales de producción:

Básicamente, la producción ha sido concebida de manera tradicional desde la perspectiva de Henry Ford⁵ con el sistema productivo que empleaba en su línea de ensamble “En masa”. El fundamento que rige este concepto o forma de operar, consiste en que, para que un producto sea elaborado, debe ser transformado a partir de una larga línea de producción constituida de subestaciones por las que deberá pasar el artículo para que se le ensamble una nueva parte del total las que lo constituyen, para que después de completar el ensamble de todas las partes constitutivas del producto habiendo pasado lógicamente por todas las subestaciones de la línea de ensamble se obtenga el producto terminado.

En este aspecto, saltan a la vista algunos aspectos característicos que han convertido al sistema tradicional en masa en una, no muy buena idea al momento de planear como deberá estar estructurado nuestro proceso productivo, analicemos algunos de estos:

Complejidad, este es un aspecto muy importante a considerar, ya que las líneas de ensamble tradicional cuentan con flujos muy enredados puesto que la distribución de las estaciones de trabajo no están casi siempre ordenadas de acuerdo a la forma más óptima en que puede ser producido el artículo, por razones diversas, que van desde un mal diseño de la planta y la

⁵ http://www.ford.es/Ford_Innovacion/Historia/Evolucion_produccion_en_masa (1 de 1) recuperado 17/07/2011 2:17:23 a.m.

falta de proyección a las ampliaciones futuras. Esto causa la evidente confusión y falta de los controles respectivos, además se pierde la comunicación entre los operarios y las subestaciones.

En la forma tradicional la planificación de la producción se la realiza tomando como piedra angular a los pronósticos, por lo que las empresas manufactureras tienden a producir “para Stock”⁶ y muchas veces hasta por si acaso, esto es causante de que se tengan enormes bodegas repletas de productos terminados e incluso de materias primas, lo que aumenta el costo de mantenimiento de los inventarios e incluso obsolescencia de los productos entre otros aspectos de espacio y seguridad.

Muy ligado con lo anotado, se deriva la mala utilización del espacio, generando que el tránsito dentro de la empresa sea complicado y prime la urgencia de hacer más grande las instalaciones de la organización y sus bodegas sobre todo. Este es un aspecto muy importante debido a que la optimización del espacio es uno de los fundamentos más importantes en el diseño de plantas por que el desperdicio de espacio injustificadamente genera elevadísimos costos en ampliaciones y mantenimiento de edificaciones que tarde o temprano deberán ser replanteadas o en pocas palabras destruidas para ser reorganizadas.

Uno de los puntos más importantes a considerar es el tamaño grande de los lotes de producción que genera entre otros, dos situaciones relevantes en la producción, y estos son:

Excesivo inventario en proceso WIP, ya que los lotes son muy grandes, para que un lote de producción pase a la siguiente fase de proceso

⁶ es una voz inglesa que se usa en español con el sentido de existencias.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Stock> (1 de 1) recuperado 16/07/2011 7:17:23 p.m.

productivo, deberá esperar mucho tiempo en la estación anterior siendo procesado y congestionando la circulación de los agentes implicados en la producción por estar almacenado en dicha estación” todo un lote de producción”, incluso.

De lo anterior se deriva de manera lógica la segunda situación, y es que se hace alto el tiempo de producción, ya que para que el primer lote de producción el gran lote salga se deberá esperar un tiempo muy prolongado hasta después que sea procesado en las distintas estaciones de trabajo distribuidas a lo largo del proceso productivo. Con esto se pierde en gran medida el tiempo de respuesta con que la empresa puede cumplir sus compromisos a los clientes, además que la misma actividad de esperar no genera valor agregado al producto y más bien por el contrario lo encarece.

Finalmente, mencionamos los aspectos de calidad que en la manufactura tradicional están orientados a la inspección de lotes de producción al final de la línea de producción o al producto terminado, esta es una práctica muy común y que genera que productos defectuosos pasen por toda la línea productiva, hasta convertirse en productos terminados, que por haber acumulado uno o más defectos en las distintas estaciones de trabajo no están acorde con los requerimientos del cliente, defectos que como se menciona son detectados solamente al final e incluso muchas veces son detectados por cliente cuando se apresta a utilizarlo.

Este es un grave enfoque que genera entre otras cosas un alto reproceso y en el peor de los casos desperdicios no reprocesables lo que implica en uno u otro caso costos altísimos en tiempo y dinero, pero aún más grave considero el costo que se genera cuando se presenta el segundo caso, o sea que el cliente detecte los problemas ya que además del costo

por el producto malo, está el costo derivado de la satisfacción del cliente, de reposición e incluso pérdida del cliente que es lo más terrible para una empresa u organización.

En las siguientes figuras, de la 3 a la 6, se muestra la situación actual del área del proceso de producción, como se puede apreciar se producen las ventanas sin ninguna coordinación de las tareas o actividades que forman el proceso de fabricación y una falta de organización respecto a la materia prima citado anterior mente en la descripción del problema.

Figura No. 3



Figura No. 4



Figura No. 5



Figura No.6



Fuente: Elaborado por el sustentante.

CAPITULO II.

EL SISTEMA DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR
LA EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN.

Capítulo II.

En este capítulo se muestran los pasos correspondientes a realizar para implementar la herramienta del sistema de lean Manufacturing en la solución de nuestro objeto de estudio, así hacer que el proceso sea más eficiente y eficaz.

El sistema de lean manufacturing para mejorar la eficiencia y efectividad de la línea de producción.

2.1 Descripción de las herramientas del sistema del lean manufacturing.

Las principales herramientas de Lean Manufacturing a utilizar en el proceso de la línea de producción para mejorar la eficiencia y efectividad de esta son:

1. 5S.
2. Flujo continuo.
3. PCE (Eficiencia de ciclo del proceso).
4. Lay Out.
5. Takt Time

Las 5'S

La práctica de las 5's constituye algo indispensable a la hora de lograr una empresa de calidad global. Las 5 S se desarrollan mediante un trabajo intensivo. Estas se derivan de cinco palabras japonesas que conforman los pasos a desarrollar para lograr un óptimo lugar de trabajo, produciendo de manera eficiente y efectiva.

Estas cinco palabras son:

SEIRI: Clasificación. Separar innecesarios

SEITON: Orden. Situar necesarios

SEISŌ: Limpieza. Suprimir suciedad

SEIKETSU: estandarizar. Señalizar anomalías

SHITSUKE: Disciplina. Seguir mejorando

Se puede definir la filosofía 5'S de la siguiente manera:

Seiri: Clasificar. Separar innecesarios.

Diferenciar entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son. Implica separar lo necesario de lo innecesario y eliminar o erradicar de las estaciones esto último, debe establecerse un tope sobre el número de ítems necesarios. En las áreas de trabajo se encuentran toda clase de objetos, diagnóstico minucioso revela que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de éstos; muchos otros objetos no se utilizarán nunca o sólo se necesitarán en un futuro distante. Un método práctico y fácil consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos 30 días.

Seiton: Orden. Situar necesarios.

Consiste en disponer de manera ordenada todos los elementos que quedan después del Seiri. El Seiton lleva a clasificar los ítems por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para hacer esto, cada ítem debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados, se tiene que especificarse no sólo la ubicación. Lo más simple de Seiton es: Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar.

Seiso: Limpieza. Suprimir suciedad

Significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo. Seiso también significa verificar. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina está cubierta de aceite, hollín y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina podemos detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta que se está formando en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos.

Seiketsu: Estandarizar. Señalizar anomalías

Significa mantener la limpieza de la persona por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes y zapatos de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. También implica continuar trabajando en Seiri, Seiton y Seiso en forma continua y todos los días.

Shitsuke: Disciplina. Seguir mejorando

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

Flujo Continuo

El flujo continuo¹ es una de las herramientas más usadas, no solo dentro de una organización o empresa que implemente lean Manufacturing, sino en cualquier tipo de empresa que persiga aumentar su productividad, así como reducir las pérdidas por material en mal uso. El flujo continuo se puede definir como el movimiento de un material desde un proceso de valor añadido a otro proceso de valor añadido sin tiempo en transporte ni almacenamiento en pulmones.

³ Fuente: <http://www.lean.org.mx/index.php>

Takt Time (Tiempo Takt)

Es el ritmo de la demanda del cliente: el tiempo de producción disponible dividido por la proporción de la demanda del cliente.

El tiempo Takt² es el corazón de cualquier sistema de "Lean Manufacturing. El Takt Time puede ser definido como el tiempo máximo permitido para hacer un producto en orden a lo que dice la demanda. Hay una lógica entre la colocación del flujo de los productos y el Takt Time. El flujo de productos que es esperado es menor o igual al Takt Time. En el ambiente de Lean Manufacturing el tiempo establecido es igual al Takt Time.

De allí que en Toyota se haya optado por definir la velocidad de producción calculando el Takt Time, o sea el tiempo de producción disponible dividido la proporción de la demanda del cliente.

$$\text{El Takt Time} = \frac{(\text{Tiempo Total disponible/día})}{\text{Pedidos de Cliente/día}}$$

Exceder el Takt Time implica que la planta produce más de lo que se puede vender y eso significa exceso de stock de productos terminados.

² Fuente: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/takt_time

Para calcular el Takt Time es necesario:

- Definir el horizonte temporal para la evaluación del Takt Time
- Determinar el volumen de ventas previsto para el período.
- Determinar el tiempo laboral disponible.

Los requisitos para calcular el tiempo Takt son:

Tener respuestas rápidas a los incidentes para estar siempre dentro del tiempo Takt.

Disminuir tendiendo a eliminar los tiempos de cambio de modelo y de toda la cadena de valor.

Eliminar las causas que producen tiempos muertos no planeados.

Ventajas del tiempo Takt.

La utilización del tiempo Takt permitirá la sincronización de la producción con los pedidos de los clientes permitiendo a la vez la planificación en flujos. En este caso la sobreproducción es limitada y las existencias también. A través del uso de este concepto, se logra una producción estable, sin interrupciones, donde el ritmo de la fabricación es el tiempo Takt.

2.2 Propuesta de eficiencia del ciclo del proceso

(process cycle efficiency)

Un proceso es una actividad sistemática comprendida de pequeñas actividades, este empieza en una entrada (input) y termina en una salida (output). Un proceso ocupa tiempo, espacio y materiales. Todo proceso está categorizado dentro de los siguientes niveles: Valor agregado, No valor agregado.

El PCE se toma en cuenta desde la perspectiva del cliente, que es como sigue:

Valor agregado: en este paso se agrega valor al producto final y al cliente.

No valor agregado: en este paso no se agrega valor ni para el producto final ni para el cliente.

PCE es una medida que nos ayuda a saber qué por ciento del proceso está actualmente agregando valor al producto.

Para calcular el PCE se requiere de los siguientes pasos:

- Crear un diagrama de flujo de procesos.
- Identificar las actividades que agregan valor y las que no agregan valor al producto.
- Asignarle el tiempo a cada uno de los procesos.

A partir de estos datos, se procede a calcular el Lead Time total (plazo de entrega) que es el tiempo que se necesita para que una pieza cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor, de principio a fin.

$$\text{Lead Time Total} = \text{TVA} + \text{TNVA}$$

Luego, se calcula el Process Cycle Efficiency (PCE, Eficiencia de ciclo del proceso), que nos permite relacionar el tiempo que agrega valor en un proceso entre el Lead time total de la operación.

$$\text{PCE} = \frac{\text{Tiempo que agrega valor al producto}}{\text{Lead Time Total}} \times 100$$

2.3 Propuesta para mejorar el proceso de producción basado en el sistema de lean manufacturing.

2.3.1 Propuesta De Aplicación De 5´S

En primera instancia es oportuno que los propietarios, con ayuda de personal altamente capacitado sobre el tema, capaciten a los colaboradores, explicarles el porque es necesario implementar 5´S, cuales son los beneficios que obtendrían al implementar esta herramienta, las ventajas de adoptar esta disciplina, y sobre todo la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, la eliminación de desperdicios producidos por el desorden, falta de higiene, contaminación.

Primera S

Seiri: clasificación.

Los pasos para su implementación son:

1. Crear una lista con todos los materiales existentes en el área de producción, como son: Jamba, remache, cabezal, Alfeizer, etc.
2. Hacer lo mismo con las herramientas existentes en el área, entre las cuales están; destornillador, martillo, taladro.
3. Se procede a depurar los materiales de acuerdo al listado y clasificarlos en necesarios y no necesarios.

Tabla No. 1. Lista de materiales y herramientas existente en el área de producción.

Materiales Existentes	Herramientas existentes
Galones de Pinturas	Destornillador
Planchas de Celosias	Taladro electrico
Laminas de Balancin	Cinzel para remachar
Barras de Cabezal	Martillo
Barras de Alfeizer	Barra de hierro
Remaches	Pinzas de corte
Gomas de Jamba	Brochas para pintar
Tornillos	Tijeras
Pedazos de Aluminio	Cinta Metrica
Pedazos de Jambas	Envase para pintura
Pedazos de Celosias	Espatula
Pedazos de Balancin	Troqueladora de Corte
Pedazos de Cabezal	Sierra Electrica
Pedazos de Alfeizer	Troqueladora Obsoleta
Latas de pinturas	Sierra Dañada
Thiner	Maquina de doblado
Materiales diversos	Cegeta

Fuente: Elaborado por el sustentante

Tabla No. 2. Lista de los materiales y equipos necesarios en el área de producción.

Fabricación de Ventanas Salomonicas			
Estacion de trabajo	Herramientas	Equipos	Materiales
Cortar Balancín	Cinta Metrica	Sierra Electrica	Barra de aluminio
Hacer Agujeros al Balancín	N/A	Troquel de Corte	Balancin cortado
Cortar Celosías	Cinta Metrica	Troquel de Corte para Hojas de ventanas	Barra de Celosías
Doblar y hacer Agujeros a Celosías	N/A	Troquel que dobla y hace los agujeros	Celosías Cortadas
Remachar Balancín con Celosías	Destornillador	N/A	Balancin cortado
	Martillo	N/A	Celosías Cortadas
	Cinzel	N/A	Remaches
	Barra de hierro	N/A	N/A
Medir y Cortar Jambas	Cinta Metrica	Sierra Electrica	Barras de Jambas
Hacer Agujeros a las Jambas	N/A	Troquel de Corte	Jambas Cortadas
Colocar goma a la Jamba	Tijeras	N/A	Jambas Cortadas
Remachar Jambas al Balancín	Destornillador	N/A	Balancín y Jambas Cortadas
	Martillo	N/A	N/A
	Cinzel	N/A	N/A
	Barra de hierro	N/A	N/A
Cortar Cabezal y Afeirzer	Cinta Metrica	Sierra Electrica	Barras de Afeirzer y Cabezal
Unir Cabezal y Afeirzer a las Jambas	Destornillador	Taladro Electrico	Cabezal y Afeirzer cortado
	Martillo	N/A	Jambas remachadas al subensamble
	Cinzel	N/A	Tornillos de acero
	Barra de hierro	N/A	N/A
Pintar Ventana	Brocha	Compresor de Aire	Pintura
	Espatula	Pistola para pintar	Thiner
	N/A	N/A	Envase para pintura
Colocar Operador a la Ventana	Destornillador	N/A	Operador
	N/A	N/A	Tornillos de acero

Fuente: Elaborado por el sustentante

Listado de artículos innecesarios:

1. Pinzas de corte.
2. Brochas para pintar.
3. Pedazos de Aluminio.
4. Pedazos de Jambas.
5. Pedazos de Celosía.
6. Pedazos de Balancín.
7. Pedazos de Cabezal.
8. Pedazos de Alfeirzer.
9. Latas de Pinturas seca.
10. Material Oxidado en los pasillos.
11. Ventanas dañadas.
12. Pedazos de gomas para Jambas.
13. Vasos.
14. Botellas.
15. Hierros oxidados y retorcidos.
16. Troqueladora Obsoleta
17. Sierra dañada
18. Máquina De doblado Obsoleta.

Después de identificar los materiales y clasificarlos en necesarios y no necesarios se recomienda etiquetar los mismos mediante el empleo de tarjetas de colores según su frecuencia de uso.

Los colores propuestos son Amarillo, Blanco y Rojo, donde:

- El color rojo representara los objetos que tienen mayor frecuencia de uso.
- El color blanco representara los objetos que tienen frecuencia de uso ocasional.
- El color amarillo representara los objetos que tienen poca frecuencia de uso.

Segunda s.

Seiton: Ordenar.

El objetivo de Seiton es que cada cosa tenga su lugar y para esto se debe empezar por ordenar los materiales y equipos por frecuencia de uso, se recomienda utilizar el siguiente esquema:

Los materiales necesarios deben ser organizados, para esto proponemos adquirir dos (2) Anaqueles para colocarlos en el área de producción para colocar las hojas de Celosías, así como las barras de aluminio de balancín y de las Jambas a ser utilizadas en la producción del día; ya que se encuentran ubicadas en el piso, , la parte que no va a ser utilizada ese día debe ser guardada en el almacén en un Racket existente que no se utiliza; en el caso de la goma para la jamba y el operador solo se debe tener en el área de producción la cantidad que se va a utilizar en el día.

Para el caso de los utensilios necesarios se recomienda que cada operario tenga su propia caja de herramienta, debido a que en el proceso de ensamble ellos utilizan el mismo tipo de herramientas martillo, destornillador, Cinta métrica.

Después que cada operario tenga su propia caja de utensilios se sugiere identificar cada una de las herramientas con el nombre de cada operario, y un color que identifique a cada uno, después de Organizar la materia prima y las herramientas se propone definir un código para cada una:

Tabla No. 3. Codificación de la materia prima para su correcta ubicación.

Códigos para la materia Prima	
Material	Código
Barras de Balancín	BB-X-001
Hojas de Celosías	HC-X-001
Barras de Jambas	BJ-X-001
Remaches	R-001
Barras de Cabezal	BC-X-001
Barras de Alfeirzer	BA-001
Operador tipo 1	OP-X-001
Operador tipo 2	OP-X-002
Goma para Jamba	GJ-X-001

Fuente: Elaborado por el sustentante.

Tercera S.

Seiso: Limpieza.

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y maquinarias, se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y los desperdicios se acumulen en el lugar de trabajo.

La limpieza exige que realicemos un trabajo arduo y de identificación de las fuentes de suciedad, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo.

Para implementar SEISO, se dividirá en tres etapas fundamentales:

- Limpieza de áreas individuales.
- Limpiezas de áreas comunes.
- Limpieza de áreas difíciles.

Paso es hacer limpiezas diarias para esto proponemos:

1. Cada operario es responsable de limpiar su estación de trabajos 5 minutos antes de terminarse la jornada laboral.
2. Para la limpieza de las áreas comunes como el pasillo, baño y almacén se propone contratar a un personal para la limpieza diaria de estas, este personal se encargara de limpiar todos a partir de las 6:00 pm.
3. Para el desperdicio de metal producido en el día se propone adquirir 5 zafacones de plásticos para que cada operario sea responsable de que en su estación no haiga desperdicios
4. El supervisor de producción es responsable de que esto se cumpla diariamente.
5. El personal debe mantener su vestimenta limpia y en buen estado.

2. Se debe crear un plan de trabajo, normas específicas que indiquen lo que cada persona debe realizar.
3. En cada estación de trabajo se pondrá un Stándar Work Sheet, que no es más que una foto organizada de la estación para que el operario entienda que debe trabajar como indica dicho documento.
4. Realizar auditorías de las primeras 3'S, estas serán llevadas a cabo por el supervisor de producción periódicamente.

Quinta S.

Shitsuke: Disciplina.

Shitsuke implica un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa, implica que todo el personal cumpla con lo establecido, y se actualice lo descrito en el manual de procedimientos una vez creado.

Para esta fase proponemos concientizar al empleado para que entienda el cambio que se ha dado con la aplicación de las 5'S, mostrarles fotos del antes y el después, hasta que el colaborador se sienta en el compromiso de mantener lo que está hecho y seguir mejorando.

2.4. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (pce) actual.

En esta etapa se pretende calcular la eficiencia del proceso de la línea de producción, con el objetivo de hacer comparaciones de los indicadores que muestren que tan eficiente es el proceso de producción ya con las mejoras establecida o implementada.

Tabla No. 7 Actividades que agrega valor al producto.

Actividades Que Agregan Valor	Tiempo VA. (Min.)
Cortar Balancín	2.5
Hacer agujeros al Balancín	3
Cortar Celosías	2.5
Doblar y hacer agujeros a las celosías	6
Remachar Balancín con celosías	8
Cortar Jambas	2.5
Hacer agujeros a las Jambas	4
Remachar Jambas al Subensamble del Balancín con Celosías	4
Cortar Cabezal y Alfeirze	2.5
Unir cabezal y Alferse al Subsensamble	4
Pintar Ventanas	6
Montar el Operador	3
Tiempo Total de Valor Agregado	48

Fuente: Realizado por el Sustentante

Tabla No. 8. Actividades que no agrega valor al producto.

Actividades Que No Agregan Valor	Tiempo VA. (Min.)
Medir Balancín	0.5
Medir celosías	0.5
Medir Cabezal y Alfeizer	0.5
Medir Jambas	0.5
Buscar barras de balancín en el almacén o en el piso	3
Inspeccionar balancín	1
Trasladar balancín al Troquel	2
Esperar que busquen el balancín desde la mesa de ensamble	2
Trasladar balancín a la estación de ensamble	1
Buscar hojas de celosías en el piso o en el almacén	4
Inspeccionar Celosías.	0.5
Trasladar Celosía a máquina de doblar y hacer agujeros.	2
Inspeccionar Celosías.	0.5
Esperar que busquen las celosías desde la mesa de ensamble	2
Trasladar Balancines a la estación de ensamble	1
Inspeccionar Subensamble	2
Esperar que las Jambas estén listas para remacharlas al subensamble	2
Buscar barras de Jambas en el piso o en el almacén	3
Inspeccionar Jambas	1
Trasladar Jambas a Maquina Troqueladora	2
Inspeccionar jambas con el agujeros	1
Trasladar Jambas a estación para ponerle la goma	1
Inspeccionar Jambas	1
Trasladar Jambas a la estación de ensamble	1
Inspeccionar Jambas remachadas al subensamble	2

Buscar cabezal y Alfeizer en el piso	3
Inspeccionar Cabeza y Alfeizer	2
Trasladar Cabezal y Alfeizer a la mesa de ensamble	2
Inspeccionar Ventana	2.5
Trasladar ventana al área de pintura	2
Esperar que el operario prepare la pintura.	5
Inspeccionar ventana pintada	2
Esperar que se seque la pintura	20
Buscar el operador en el almacén o en el piso	2
Inspeccionar Ventana	2.5
Almacenar	240
Tiempo Total de Valor No Agregado	320

Fuente: Realizado por los Sustentantes

Tiempo que agrega valor= TVA = 48 Minutos

Tiempo que no agrega valor= TNVA= 320 Minutos

A partir de estos datos, se procede a calcular el **Lead Time total** (plazo de entrega) que es el tiempo que se necesita para que una pieza cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor, de principio a fin.

$$\text{Lead Time Total} = \text{TVA} + \text{TNVA}$$

$$\text{Lead Time Total} = 48 + 320 = 368 \text{ minutos}$$

Lead Time Total= 368 minutos

Luego, se calcula el **Process Cycle Efficiency** (PCE, Eficiencia de ciclo del proceso), que nos permite relacionar el tiempo que agrega valor en un proceso entre el *Lead time* total de la operación.

$$\text{PCE} = \frac{\text{Tiempo que agrega valor al producto}}{\text{Lead Time Total}} \times 100$$

$$\text{PCE} = \frac{48 \text{ minutos}}{368 \text{ minutos}} = 0.130 \times 100 = 13\% \quad \text{PCE} = 13\%$$

Es notorio que la eficiencia del ciclo del proceso es bastante bajo, lo que impide a la empresa ser más productiva.

CAPITULO III.

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL CICLO DEL PROCESO
(PCE) CON LAS PROPUESTAS PLANTEADAS.

Capítulo III.

En este capítulo se presentan los lineamientos a seguir para establecer controles que permitan mejorar tanto la calidad del producto como el aumento de la productividad por la eliminación de las diferentes actividades que no agregan valor tanto para el producto final como para el cliente. Estos parámetros son vitales para mantener los procesos de una manera estandarizada, así como también se presentan las propuestas de mejoras que deberán ser implementadas para alcanzar los objetivos y una mejora continua.

3. Cálculo de la eficiencia del ciclo del proceso (pce) con las propuestas planteadas.

La siguiente tabla nos proporciona una lista de todas las actividades que agrega valor al producto y el tiempo en que estas se realizan.

Tabla No. 9 Actividades que agrega valor al producto.

Actividades Que Agregan Valor	Tiempo VA. (Min.)
Cortar Balancín	2.5
Hacer agujeros al Balancín	3
Cortar Celosías	2.5
Doblar y hacer agujeros a las celosías	6
Remachar Balancín con celosías	4
Cortar Jambas	2.5

Hacer agujeros a las Jambas	4
Remachar Jambas al Subensamble del Balancín con Celosías	2
Cortar Cabezal y Alfeirze	2.5
Unir cabezal y Alfeizer al Subsensamble	4
Pintar Ventanas	3
Montar el Operador	3
Tiempo Total de Valor Agregado	39

Fuente: Elaborado por el sustentante.

El tiempo de las actividades que agregan valor con las mejorar propuestas es:

Tiempo que agrega valor= TVA = 39 Minutos

El tiempo que agrega valor bajo un poco debido a la propuesta en Estandarizar de adquirir 3 remachadoras automáticas, entendemos que reducirán el tiempo de remachado a la mitad y también los ganchos para colocar las ventanas.

Tabla no. 10 Actividades que no agregan valor al producto pero no se pueden eliminar.

Actividades Que No Agregan Valor	Tiempo VA. (Min.)
Medir Balancín	0.5
Medir celosías	0.5
Medir Cabezal y Alfeizer	0.5
Medir Jambas	0.5

Buscar barras de balancín en el Racket	1
Inspeccionar balancín	1
Buscar hojas de celosías en el Racket	4
Inspeccionar Celosías.	0.5
Inspeccionar Celosías.	0.5
Inspeccionar Subensamble	2
Buscar barras de Jambas en el Racket	1
Inspeccionar Jambas	1
Inspeccionar jambas con el agujeros	1
Inspeccionar Jambas	1
Inspeccionar Jambas remachadas al subensamble	2
Buscar cabezal y Alfeizer en el Racket	1
Inspeccionar Cabeza y Alfeizer	2
Inspeccionar Ventana	2.5
Trasladar ventana al área de pintura	1
Inspeccionar ventana pintada	2
Esperar que se seque la pintura	10
Buscar el operador en el bin	1
Inspeccionar Ventana	2.5
Almacenar	60
Tiempo Total de Valor No Agregado	99

Fuente: Elaborado por el sustentante.

Tiempo que agrega valor= TVA = 39 Minutos

Tiempo que no agrega valor= TNVA= 99 Minutos

A partir de estos datos, se procede a calcular el **Lead Time total** (plazo de entrega) que es el tiempo que se necesita para que una pieza cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor, de principio a fin.

$$\text{Lead Time Total} = 39 + 99 = 138$$

Lead Time Total= 138 minutos

$$\text{PCE} = \frac{\text{Tiempo que agrega valor al producto}}{\text{Lead Time Total}} \times 100$$

$$\text{PCE} = \frac{39 \text{ minutos}}{138 \text{ minutos}} = 0.2826 \times 100 = 28.3\%$$

PCE= 28.3%

Se puede apreciar como la eficiencia del ciclo del proceso PCE, con las mejoras propuestas se ha duplicado en más de un 100%, este porcentaje indica que el 28.3% del proceso es considerado como valor agregado para el cliente.

Calculo del Takt Time al proceso de producción de ventanas Salomónicas.

Tiempo Total disponible= 480 minutos, debido a que ellos trabajan una jornada diaria de 8:00-6:00 P.M., con una hora de almuerzo.

Pedidos por cliente/día= 110 ventanas diarias, ellos fabrican diariamente un promedio de 110 ventanas, ya sea para pedidos personalizados de clientes o para la ferretería.

Nota: Cabe destacar que los datos de la demanda fue suministrado por la empresa.

El Takt Time = (Tiempo Total disponible/día)

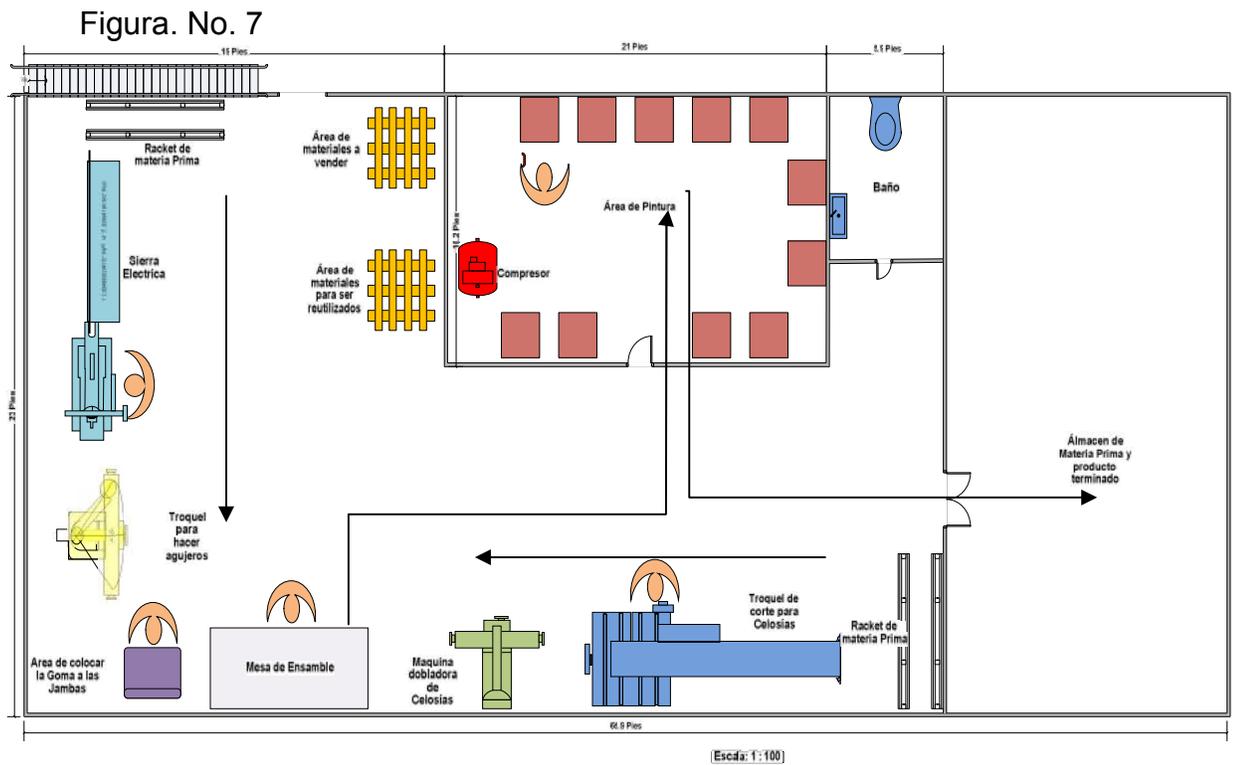
Pedidos de Cliente/día

$$\text{Takt Time} = \frac{480 \text{ minutos}}{110 \text{ ventanas}} = 4.36 \text{ minutos x unidad}$$

Esto significa que los clientes compran una ventana salomónica cada 4.36 minutos por lo que se debería ajustar el tiempo de fabricación de ventanas salomónicas al Takt time

3.1 Distribución de la planta, nuevo lay out propuesto del área de fabricación de ventanas salomónicas.

Esta es la nueva distribución de planta con las mejoras ya una vez establecida las herramientas del sistema de lean Manufacturing.



Fuente: Elaborado por el sustentante.

CONCLUSIONES

Desde sus orígenes, hasta la actualidad el Sistema de Lean Manufacturing ha generado excelentes resultados para las organizaciones que están comprometidos con la mejora continua de sus procesos de forma ordenada y sistemática, ya sea cualquiera de los dos caminos que se hayan tomado, establecer un flujo de producción o la eliminación de desperdicios

Lean Manufacturing es una filosofía, que como tal no debe de ser tratada como un simple sistema o conjunto de herramienta, siempre tenemos considerar que el principal activo de cualquier organización es el recurso humano. La mejora continua de una organización está en su recurso humano y no en las estrategias que se implementan, de ellos es de donde nacen las grandes ideas que mejoran los procesos en la eliminación de las actividades que no agregan valor.

RECOMENDACIONES

1. Implantar el Sistema de Lean Manufacturing propuesto para mejorar el proceso de producción y tener un ambiente de trabajo más adecuado.
2. Propongo implementar el Lay Out futuro para una mejor utilización del espacio físico y la reducción del tiempo en el proceso de producción.
3. Estandarizar los procedimientos mediante la elaboración de guías visuales y los manuales de procedimientos.
4. La empresa debe tener registros de la producción para poder tener controles de la cantidad de materia prima que entra al proceso y la cantidad de producto terminado que debe salir.
5. Se recomienda clasificar la materia prima de acuerdo al orden de su uso, y colocar en los Rackets la que se va a utilizar ese día de producción, el resto debe estar en el almacén.
6. Adquirir equipos de protección individual (EPI) para reducir el riesgo de lesiones a los trabajadores.
7. Eliminar las actividades que no agregan valor al producto con las mejoras analizadas para eficientizar el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. BETANCES, Juan. Manual de Temas avanzados de Ingeniería Industrial. Editora Alfa y Omega. 1ra. Edición. Santo Domingo, República Dominicana. 2006
2. GARCIA Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo. Editora McGraw Hill. 2da. edición. Ciudad de México. 2005
3. HOBBS Dennis, Lean Manufacturing Implementation, APICS, USA, 2007.
4. KARLINS David, Maynard. Manual del Ingeniero Industrial. Editora McGraw Hill. Ciudad de México. 2005.
5. PROEZA Grede 2002, Manual De 5's, Monterrey, México
6. PONCE de León, Alejandra Flores. Diseño de un instrumento de diagnóstico para empresas manufactureras en su transición hacia una organización esbelta. (Tesis). Tecnológico de monterrey, México, 2007.
7. NIEBEL Benjamín W. Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos. Editora Alfa Omega. 11va. edición. Ciudad de México. 1998
8. VILLASEÑOR Contreras Alberto "Manual De Lean Manufacturing" Limusa, México, 2007.
9. WOMACK James, Soluciones Lean, Free Press, USA, 2004.

10. Ángel Hurtado (01-10-2009). Programa de Mejora de la Productividad 5S-Kaizenng, (4-29), Recuperado 23 de Junio del 20011, <http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/ACTI29092009/1-5s-kaizen.pdf>

11. Jorge Delgado Palomino (23-Nov-2010). Prospectiva y Lean Manufacturing, pag.1-3, Recuperado 23 de Juniodel20011, http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/prospectivalean/default2.asp
http://es.wikipedia.org/wiki/Taiichi_Ohno (1 de 1) 21/06/2011 6:47:31 p.m.
http://es.wikipedia.org/wiki/Shigeo_Shingo (1 de 1) 21/06/2011 7:17:23 p.m.
http://es.wikipedia.org/wiki/William_Edwards_Deming (1 de 1) 21/06/2011 7:37:41 p.m.
http://es.wikipedia.org/wiki/William_Edwards_Deming (1 de 1) 21/06/2011 7:53:27 p.m.

12. Jorge Delgado Palomino (23-Nov-2010). Prospectiva y Lean Manufacturing, (pag. 2-3), Recuperado 23 de Junio del 20011, http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/prospectivalean/default2.asp
http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/default3.asp
http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing (1 de 1) 22/07/2011 23:34: 57. P.m.
http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing (1 de 1) 23/05/2011 6:43:23 p.m.
<http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=11408> (1 de 1) 23/05/2011 7:03:53 p.m.

13. Jorge Delgado Palomino (23-Nov-2010). Términos, conceptos y generalidades de Lean Manufacturing, (pag. 1-14), Recuperado 23 de Junio del 20011 7:02: 56 p.m.

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/

14. México, ciudad de México: Lean Enterprise Institute (1997), de <http://www.lean.org.mx/index.php> (1 de 1) 23/05/2011 6:51:18 p.m.

15. Sant Cugat del Vallès Barcelona, España: Herramientas de Anbor Consulting, recuperado 23 de junio del 2011 de <http://anbor.com/herramientas.htm>